



**Isamara Lara de Carvalho**

Licenciada em Artes Plásticas  
Técnica em Conservação e Restauro  
Especialista em Conservação e Gestão de Bens Culturais

**Processos de degradação em manuscritos  
iluminados: estudo, conservação e restauro de  
um livro de horas do século XV do Palácio  
Nacional de Mafra**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade  
Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Conservação e Restauro

Especialização em documentos gráficos

Orientadora:

Prof. Doutora Maria da Conceição Lopes Casanova  
Professora Auxiliar Convidada, DCR/FCT/UNL

Coorientadoras:

Mestre Ana Rita da Silva de Araújo  
Investigadora do Departamento de Conservação e Restauro, FCT/UNL  
Mestre Ana Cristina dos Santos Lemos Tomé  
Investigadora do Instituto de Estudos Medievais, FCSH/UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria João Seixas de Melo  
Vogais: Doutora Inês Isabel Simões de Abreu dos Santos Correia  
Prof. Doutora Maria da Conceição Lopes Casanova



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Outubro de 2015**



**Isamara Lara de Carvalho**

Licenciada em Artes Plásticas  
Técnica em Conservação e Restauro  
Especialista em Gestão e Conservação de Bens Culturais

**Processos de degradação em manuscritos  
iluminados: estudo, conservação e restauro de um livro  
de horas do século XV do Palácio Nacional de Mafra**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade  
Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Conservação e Restauro  
Especialização em Documentos Gráficos

Orientadora:

Prof. Doutora Maria da Conceição Lopes Casanova  
Professora Auxiliar Convidada, DCR/FCT/UNL

Coorientadoras:

Mestre Ana Rita da Silva de Araújo  
Investigadora do Departamento de Conservação e Restauro, FCT/UNL  
Mestre Ana Cristina dos Santos Lemos Tomé  
Investigadora do Instituto de Estudos Medievais, FCSH/UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria João Seixas de Melo  
Vogais: Doutora Inês Isabel Simões de Abreu dos Santos Correia  
Prof. Doutora Maria da Conceição Lopes Casanova



Outubro de 2015

**Processos de degradação em manuscritos iluminados: estudo, conservação e restauro de um livro de horas do século XV do Palácio Nacional de Mafra**

Copyright © Isamara Lara de Carvalho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2015.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Esta dissertação respeita as normas do Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.

## ***Agradecimentos***

À minha orientadora, Professora Doutora **Conceição Casanova**, e às minhas coorientadoras, Dras. **Ana Lemos** e **Rita Araújo**: muito obrigada pelo apoio, disponibilidade e confiança ao longo deste árduo trabalho; pelo conhecimento e experiência transmitidos e também pela oportunidade de trabalhar com um objeto tão precioso e um tema tão rico e gratificante;

Ao **Palácio Nacional de Mafra**, pela oportunidade de trabalhar com uma das joias de sua Biblioteca;

À **Fundação Biblioteca Nacional**, pela oportunidade de realizar este mestrado, aos colegas e a todos que colaboraram para que isto se tornasse possível, especialmente à Diretora do Centro de Processamento e Preservação, **Liana Gomes Amadeo**, pelo apoio e confiança;

À Professora Doutora **Filomena Macedo Dinis**, pela gentil orientação na pesquisa de microorganismos e biodeterioração;

Às tutoras, Dras. **Rita Castro** e **Tatiana Vitorino**, pela amabilidade, orientação, apoio e disponibilidade para tirar as minhas dúvidas durante todo o curso, bem como pelo treinamento no diagnóstico IDAP pela Dra. Rita Castro;

À **Raquel Marques** e aos colegas do Laboratório de Pintura, pelo auxílio diário no transporte da obra da Reserva até ao Laboratório de Documentos Gráficos;

Aos **Professores** do curso de Conservação e Restauro da FCT-UNL, por todo o conhecimento que me foi apresentado – especialmente ao Professor Doutor **Fernando Pina**, por sua imensa simpatia e talento de ensinar;

À Professora e Coordenadora, Doutora **Maria João Melo**, por ter me apresentado a Química de uma maneira nova e fascinante, e por ter acreditado desde sempre que era possível;

À querida **Ana Maria Martins**, por todo o apoio no secretariado, pela gentileza e simpatia;

À colega **Joana Bulcão**, pela parceria durante as suas cadeiras do mestrado;

Às colegas **Walmira Costa**, **Eva Oliveira** e **Valéria Soares**, pela amizade, partilha, companhia e apoio nos bons e maus momentos;

Ao **Slavisa Tomic** e ao **Ricardo Branco**, pela amizade, ótima convivência, e por todo o apoio que recebi na minha casa portuguesa;

À **Juliana Uenojo**, pela amizade, pelas palavras de apoio, por toda a incondicional ajuda com os vários problemas que surgiram e por cuidar, com extremo zelo e carinho, da minha casa no Rio;

Aos meus pais, **Ademar e Rose**, e ao meu irmão **Paulo**, pelo carinho, apoio e estímulo, que foram o meu suporte nesta longa, difícil e enriquecedora jornada.

A todos, o meu sincero agradecimento.



## **Resumo**

O livro de horas Cofre nº 31, de procedência francesa e pertencente à coleção da Biblioteca do Palácio Nacional de Mafra, foi alvo de um amplo estudo multidisciplinar e de um processo de intervenção devido ao seu mau estado de conservação. A principal causa da deterioração deste manuscrito incide na sua encadernação, efetuada entre o final do século XVIII e o início do XIX, e inadequada a um códice em pergaminho. Para o diagnóstico dos danos, foi realizada uma avaliação exaustiva no bloco do texto – incluindo o pergaminho, os pigmentos e os elementos da encadernação – utilizando um protocolo avançado de avaliação do pergaminho, o IDAP. Uma vez que faz parte da sua história e não há vestígios de uma encadernação original, optou-se pelo restauro da atual de modo a torná-la compatível com a preservação do manuscrito, enquanto o tratamento do bloco do texto visou a sua estabilidade e equilíbrio. Através de métodos de análise *in situ* ( $\mu$ -EDXRF,  $\mu$ -Raman e FORS) e  $\mu$ -FTIR, foi identificada a paleta molecular utilizada na produção das iluminuras, bem como as técnicas de construção das cores, revelando singularidades e confirmando a presença de diferentes mãos e modos de produção. Foi feito também um levantamento dos processos de degradação dos pigmentos, com destaque para a oxidação da prata e do minio, constatando-se a necessidade de investigações futuras sobre estes fenómenos e possíveis processos de reversão e/ou estabilização.

**Palavras-chave:** livro de horas; iluminura; degradação; pigmentos; encadernação; conservação e restauro

## **Publicações**

Desta dissertação resultou um poster apresentado na 2ª edição da conferência internacional COLOURS 2015 – Bridging Science with Art, realizada na Universidade de Évora de 24 a 26 de setembro de 2015:

- Carvalho, J. Bulcão, C. Casanova, R. Araújo, e A. Lemos, “Colour and parchment degradation in a French 15<sup>th</sup> century Book of Hours: the case study of Cofre nº 31 from Palácio Nacional de Mafra,” in *Colours 2015: Bridging Science with Art*, 2015.

- Resumo do trabalho publicado no *Book of Abstracts*, disponível em linha em: <http://www.colours2015.uevora.pt/documents/BookOfAbstracts.pdf>

Uma publicação está em preparo:

- R. Araújo, C. Casanova, e I. Carvalho, “The conservation of two Books of Hours: cofre no.24 and cofre no.31,” in *The Books of Hours in Royal Libraries*, A. Lemos, Ed. Lisboa: Instituto de Estudos Medievais da FCSH/UNL, Palácio Nacional de Mafra, (previsto para 2017).





## ***Abstract***

The Book of Hours Cofre no. 31, of French origin and belonging to the collection of the Library of the Palácio Nacional de Mafra, has undergone an extensive multidisciplinary study and also an intervention process due to its poor condition. The main cause of deterioration of this manuscript was related to its binding, executed between the late 18<sup>th</sup> and the early 19<sup>th</sup> century, which is inappropriate to a codex on parchment. For the diagnosis of the damages, a thorough assessment of the text block was carried out – including the parchment, pigments and binding elements – using the Improved Damage Assessment of Parchment (IDAP). Since it is part of its history and there is no trace of an original binding, the decision was to restore the current one in order to make it compatible with the preservation of the manuscript, while the treatment of the text block aimed at the stability and balance. Various methods of instrumental analyses were performed *in situ* using the followings:  $\mu$ -EDXRF,  $\mu$ -Raman, FORS, and  $\mu$ -FTIR. The molecular palette used in the production of illuminations and the colour construction techniques have been identified thus revealing singularities and confirming the presence of different hands and techniques of production. Furthermore, a survey of pigments' degradation processes was compiled, especially regarding the oxidation of silver and red lead, noting the need for future research on these phenomena and possible reversal of processes and/or stabilization.

**Keywords:** Book of Hours; illumination; degradation; pigments; binding; conservation and restoration

## **Publications**

This thesis resulted in a poster presented at the 2<sup>nd</sup> edition of the international conference COLOURS 2015 - Bridging Science with Art, held at the University of Évora 24 to 26 September 2015:

- Carvalho, J. Bulcão, C. Casanova, R. Araujo, and A. Lemos, "Colour and parchment degradation in the French 15<sup>th</sup> century Book of Hours: the case study of Cofre 31 from Mafra National Palace," in Colours 2015: Bridging Science with Art, 2015.

- A summary is published in the Book of Abstracts, available online at: <http://www.colours2015.uevora.pt/documents/BookOfAbstracts.pdf>

A publication is being prepared:

- R. Araujo, C. Casanova, and I. Carvalho, "The conservation of two Books of Hours: cofre no.24 and cofre no.31". In The Books of Hours in Royal Libraries, A. Lemos, Ed Lisbon: Institute of Medieval Studies at FCSH / UNL, Mafra National Palace, (scheduled for 2017).



# Índice

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Os Livros de Horas .....</b>	<b>3</b>
2.1 Contextualização .....	3
2.2 Produção, conteúdo e estrutura dos livros de horas.....	3
2.3 O manuscrito Cofre nº 31 e a coleção dos livros de horas de Maфра.....	4
<b>3. Caracterização material e técnicas de produção .....</b>	<b>7</b>
3.1 Encadernação .....	7
3.2 Bloco do texto: materiais e técnicas .....	7
<b>4. Diagnóstico do estado de conservação .....</b>	<b>13</b>
4.1 Encadernação e estrutura do conjunto .....	13
4.2 Bloco do texto .....	14
4.2.1 Avaliação geral .....	14
4.2.2 Aplicação do protocolo IDAP .....	14
4.2.3 Causas de deterioração .....	16
4.3 Processos de degradação dos pigmentos .....	18
4.3.1 Revisão da literatura.....	18
4.3.2 Oxidação .....	19
4.3.3 Migração de outros pigmentos .....	20
4.3.4 Destacamento .....	21
4.3.5 Outros processos: abrasão, erosão e dissolução .....	21
4.4 Conclusão preliminar.....	22
<b>5. Tratamento de conservação e restauro .....</b>	<b>23</b>
5.1 Decisão de intervenção.....	23
5.2 Etapas da intervenção.....	23
5.3 Etapas a realizar.....	25
5.4 Proposta de conservação preventiva .....	26
<b>6. Conclusão e considerações finais .....</b>	<b>29</b>
<b>7. Bibliografia.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO 1 – Ficha de diagnóstico.....</b>	<b>35</b>

<b>ANEXO 2 – Corpo do livro .....</b>	<b>39</b>
A2.1 Breve descrição codicológica .....	39
A2.2 Esquema da costura .....	39
A2.3 Esquema dos cadernos .....	40
<b>ANEXO 3 – Materiais e técnicas.....</b>	<b>41</b>
A3.1 Técnicas e equipamentos .....	41
A3.2 Paleta de colorantes e aditivos do livro de horas Cofre nº 31 .....	41
A3.3 Mapeamento das análises .....	42
A3.4 Espetros representativos dos colorantes, cargas e pergaminho.....	44
A3.4.1 $\mu$ -EDXRF.....	44
A3.4.2 FORS .....	51
A3.4.3 $\mu$ -Raman .....	54
<b>ANEXO 4 – Metodologia e resultados da aplicação do IDAP .....</b>	<b>56</b>
A4.1 Metodologia .....	56
A4.2 Quantificação dos resultados .....	56
<b>ANEXO 5 – Biodeterioração por micro-organismos.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO 6 – Tratamento de conservação e restauro .....</b>	<b>68</b>
A6.1 Sequência de intervenções.....	68
A6.2 Materiais utilizados .....	69
A6.3 Colorimetria das guardas.....	71
Bibliografia (ANEXO 2).....	71
Notas .....	72

## Índice de figuras

Figura 2.1: A Anunciação (f.25) .....	5
Figura 3.1: vista geral do manuscrito (pasta dianteira, lombada e pé) .....	7
Figura 3.2: decoração a ouro da lombada .....	7
Figura 3.3: a) decoração da cobertura; b e c) detalhes dos painéis com a inscrição “MAFRA” e florão .....	7
Figura 3.4: espectros $\mu$ -EDXRF de duas das tintas de escrever sobre pergaminho .....	8
Figura 3.5: amarelo Sn-Pb no cabelo da Virgem (f. 25) .....	8
Figura 3.6: pormenor da Anunciação (f. 25) .....	9
Figura 3.7: morangos com mínio, vermelhão e laca orgânica (f. 91) .....	9
Figura 3.8: espectro comparativo FORS de um dos rosas com um padrão de laca de pau-brasil .....	10
Figura 3.9: rosto do anjo (f. 25) .....	10
Figura 3.10: pequena flor verde da cercadura (f. 25) .....	10
Figura 3.11: pormenor da figura do Rei David (f. 73) .....	11
Figura 3.12: douramento em folha sobre preparação (f. 91) .....	11
Figura 4.1: a) pasta dianteira; b) pasta traseira .....	13
Figura 4.2: a) ataque de insetos na lombada; b) corte do pé .....	13
Figura 4.3: a) foxing na guarda volante e no fólho 1; b) fitilho (a marcar os fólhos 141v-142) .....	13
Figura 4.4: pingo de cera de vela no f. 48 .....	14
Figura 4.5: lacuna e fissura no f. 73 (luz transmitida) .....	14
Figura 4.6 a) danos/características do pergaminho: 1- áreas transparentes, 2- deformações, 3- danos mecânicos, 4- danos de manufatura, 5- contaminação da superfície, 6- sinais de conservação/tratamento da superfície, 7- descoloração, 8- biodeterioração (micro-organismos), 9- biodeterioração (insetos/roedores), 10- danos por água, 11- danos por secagem/calor, 12- camada tipo-vítrea, 13- vestígios de pelo, 14- depósitos de calcite, 15- danos no texto e 16- danos nas iluminuras;	
Fig. 4.6 b) categorização visual do dano: 1- não danificado, 2- ligeiramente danificado, 3- danificado, 4- muito danificado. ....	15
Figura 4.7: diagrama das áreas específicas no fólho 24 reto .....	15
Figura 4.8: a) orifícios causados por coleóptero (f.2v-3); b) vestígios da presença de coleópteros (excrementos); c) inseto (traça adulta) encontrado no fólho 43 (escala em mm); d) manchas esverdeadas (f.98v/99) .....	17
Figura 4.9: espectro Raman da degradação da prata (fólho 25) .....	19
Figura 4.10: a) flor com ouro, prata e lápis-lazúli (f. 91); b) verso das flores CIE (7x): degradação da prata (flores redondas) e do mínio (morangos); c) verso da flor f. 91 (32x) .....	19
Figura 4.11: a) flor f. 91 (12,5x); b) flor f. 91 (80x) e c) verso(50x) .....	20
Figura 4.12: a) morango f. 25 (20x) e b) detalhe (63x); c) verso (40x) .....	20

Figura 4.13: frente e verso de pormenor do f. 73 .....	20
Figura 4.14: migração do púrpura no f. 45 .....	21
Figura 4.15: detalhe do rosto da Virgem no f. 25 (25x) .....	21
Figura 4.16: a) destacamento do mínio, f.91 (25x); b) detalhe f. 48: abrasão na escrita, no ouro e destacamento do azul; c) erosão na auréola, f. 91 .....	21
Figura 4.17: dissolução (f. 147v) .....	22
Figura 5.1: limpeza de sujidade superficial .....	23
Figura 5.2: teste de solubilidade das tintasFigura 5.3: limpeza de sujidade superficial .....	23
Figura 5.4: festo reforçado com pergaminho .....	24
Figura 5.5: ondulações e curvatura do festo .....	25
Figura 5.6: cobertura dividida em 3 partes .....	25
Figura A1.1: a) fibras de linho ou cânhamo do papel das guardas (200x); b) e de fibras de seda do fitilho (200x) .....	36
Figura A1.2: a) e b) Microfotografia de fibras de linho da linha de costura (100 e 200x) e c) cânhamo dos nervos (100x) .....	36
Figura A1.3: a) Microfotografia de fibras de seda da linha amarela (100x); b) de fibras de linho ou cânhamo da linha branca da tranchefila (200x); c) marca de água .....	36
Figura A2.1: esquema da costura alternada .....	39
Figura A2.2: esquema dos cadernos de I a XXIII .....	40
Figura A2. 3: esquema das guardas .....	40
Figura A3.1: paleta de cores do Cofre nº31 .....	41
Figura A3.2: PNM, Cofre nº 31, a) fólio 25, A Anunciação; b) fólio 62 (As Horas da Virgem). Mapeamento das análises de $\mu$ -EDXRF, FORS e $\mu$ -Raman .....	42
Figura A3.3: PNM, Cofre nº 31, a) fólio 73, David em Oração; b) fólio 91, Pentecostes. Mapeamento das análises de $\mu$ -EDXRF, FORS e $\mu$ -Raman .....	42
Figura A3.4: PNM, Cofre nº 31 a) fólio 147v, Santa Catarina; b) fólio 153, A Virgem com o Menino. Mapeamento das análises de $\mu$ -EDXRF e FORS .....	43
Figura A3.5: PNM, Cofre nº 31, fólio 160, A Virgem em Oração. Mapeamento das análises de $\mu$ -EDXRF e FORS .....	43
Figura A3.E1: Espetro de XRF do amarelo de chumbo e estanho do f. 25 .....	44
Figura A3.E2: Espetro de XRF do amarelo de chumbo e estanho sobre malaquite do f. 73 .....	44
Figura A3.E3: Espetro de XRF do ouro musivo do f. 25 .....	44
Figura A3.E4: Espetro de XRF da azurite do f. 25 .....	44
Figura A3.E5: Espetro de XRF da mistura de azurite com lápis-lazuli e branco de chumbo do f. 25 .....	44
Figura A3.E6: Espetro de XRF (escala logarítmica) do lápis-lazuli sobre azurite do f. 25 ...	44
Figura A3.E7: Espetro de XRF do mínio do f. 25 .....	45
Figura A3.E8: Espetro de XRF do vermelhão do f. 147v .....	45
Figura A3.E9: Espetro de XRF da mistura de mínio e vermelhão do f. 25 .....	45
Figura A3.E10: Espetro de XRF do carmim do f. 91 .....	45

Figura A3.E11: Espetro de XRF do rosa do f. 25 .....	45
Figura A3.E12: Espetro de XRF do branco de chumbo do f. 25 .....	45
Figura A3.E13: Espetro de XRF da carnação do anjo do f. 25 .....	46
Figura A3.E14: Espetros de XRF sobrepostos da carnação e lábios da Virgem do f. 25 ....	46
Figura A3.E15: Espetro de XRF da malaquite do f. 147v .....	46
Figura A3.E16: Espetro de XRF da malaquite com branco de chumbo do f. 91.....	46
Figura A3.E17: Espetro de XRF do castanho do f. 91 .....	46
Figura A3.E18: Espetro de XRF do castanho do f. 73 .....	46
Figura A3.E19: Espetro de XRF do cinzento do f. 73 .....	47
Figura A3.E20: Espetro de XRF do cinzento do f. 25 .....	47
Figura A3.E21: Espetro de XRF do púrpura do f. 91 .....	47
Figura A3.E22: Espetro de XRF do púrpura do f. 73 .....	47
Figura A3.E23: Espetro de XRF do ouro em pó do f. 25 .....	47
Figura A3.E24: Espetro de XRF do ouro em folha do f. 73 .....	47
Figura A3.E25: Espetro de XRF do preto do f. 153 .....	48
Figura A3.E26: Espetro de XRF do pergaminho do f. 25 .....	48
Figura A3.E27: Espetro de XRF da linha de regramento do f. 153 .....	48
Figura A3.E28: Espetro de XRF da linha de regramento do f. 160 .....	48
Figura A3.E29: Espetro de XRF da da tinta de escrever do f. 25 .....	48
Figura A3.E30: Espetro de XRF 1ª tinta de escrever do f. 153 .....	48
Figura A3.E31: Espetro de XRF da degradação da prata do f. 25 (janela esquerda) .....	49
Figura A3.E32: Espetro de XRF da degradação da prata do f. 25 (janela direita) .....	49
Figura A3.E33: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 25 (flor da margem esquerda) .....	49
Figura A3.E34: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 91 (flor da margem esquerda) .....	49
Figura A3.E35: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 73 (flor da margem superior direita) .....	49
Figura A3.E36: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 73 (flor da margem inferior direita) .....	49
Figura A3.E37: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 91 (flor 1 da margem inferior direita) .....	50
Figura A3.E38: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 91 (flor 2 da margem inferior direita) .....	50
Figura A3.E39: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 73 (flor da margem superior esquerda) .....	50
Figura A3.E40: Espetro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 62 (flor da margem superior direita) .....	50
Figura A3.E41: Espetro de XRF da degradação do mínio do f. 62 (flor da margem direita) .....	50
Figura A3.E42: Espetro de FORS do amarelo de chumbo e estanho do f. 25 .....	51

Figura A3.E43: Espetro de FORS do ouro musivo do f. 91 .....	51
Figura A3.E44: Espetro de FORS do ouro em pó do f. 73 .....	51
Figura A3.E45: Espetro de FORS da azurite do f. 160 .....	51
Figura A3.E46: Espetro de FORS da azurite com lápis-lazúli do f. 25 .....	51
Figura A3.E47: Espetro de FORS do mínio do f. 25 .....	51
Figura A3.E48: Espetro de FORS do vermelhão do f. 147v .....	52
Figura A3.E49: Espetro de FORS da mistura de mínio com vermelhão do f. 25 .....	52
Figura A3.E50: Espetro de FORS do branco de chumbo do f. 147 .....	52
Figura A3.E51: Espetro de FORS da carnação do f. 160 .....	52
Figura A3.E52: Espetro de FORS do carmim do f. 25 em comparação com padrão de pau-brasil .....	52
Figura A3.E53: Espetro de FORS do rosa do f. 91 em comparação com padrão de pau-brasil .....	52
Figura A3.E54: Espetro de FORS do verde de malaquite do f. 73 .....	53
Figura A3.E55: Espetro de FORS do castanho do f. 73 .....	53
Figura A3.E56: Espetro de FORS do púrpura do f. 73 .....	53
Figura A3.E57: Espetro de FORS do cinzento do f. 91 .....	53
Figura A3.E58: Espetro de FORS do pergaminho do f. 147 .....	53
Figura A3.E59: Espetro de FORS da tinta de escrever do f. 160 .....	53
Figura A3.E60: Espetro de Raman do amarelo de chumbo e estanho do f. 25 .....	54
Figura A3.E61: Espetro de Raman do ouro musivo do f. 25 .....	54
Figura A3.E62: Espetro de Raman do ouro musivo com amarelo de chumbo e estanho do f. 25 .....	54
Figura A3.E63: Espetro de Raman da azurite do f. 25 (manto da Virgem) .....	54
Figura A3.E64: Espetro de Raman do lápis-lazúli do f. 25 (folha de acanto) .....	54
Figura A3.E65: Espetro de Raman do lápis-lazúli aplicado sobre a prata da flor do f. 91 ...	54
Figura A3.E66: Espetro de Raman do índigo aplicado sobre a prata da janela do f. 25 ....	55
Figura A3.E67: Espetro de Raman do laranja de mínio do f. 25 .....	55
Figura A3.E68: Espetro de Raman do vermelhão do f. 25 (morango de mínio com vermelhão) .....	55
Figura A3.E69: Espetro de Raman da carnação do anjo do f. 25 (mistura de mínio com branco de chumbo) .....	55
Figura A3.E70: Espetro de Raman do carbonato de cálcio da preparação do f. 25 (auréola) .....	55
Figura A4.1: Espaço CIELAB .....	56
Figura A4.2: Padrão dos poros .....	56
Figura A4.3: categorização visual do dano em porcentagem .....	57
Figura A4.4: Representação do código segundo a categorização visual do dano e indicação dos fólhos danificados .....	57
Figura A4.5: a) Nível de dano no texto; b) Nível de dano na iluminura .....	57



Figura A4.6: a) Tipo de dano no texto; b) Tipo de dano na iluminura .....	57
Figura A6.1 a) desmantelamento do bloco de texto, b e c) remoção de adesivos e de linhas .....	68
Figura A6.2 d) higienização dos fólhos com trincha de pelos macios, e) aspirador com filtro HEPA (para fungos) e f) remoção de sujidades aderidas com espátula .....	68
Figura A6.3 g) consolidação da cobertura da encadernação com gel de hidroxipropilcelulose, h) remoção da guarda espelho com humidade e espátula, i) limpeza dos vestígios de papelão e adesivos .....	68
Figura A6.4 j) aplicação de gel de metilhidroxietilcelulose para remoção da outra guarda espelho, k) remoção das etiquetas e l) limpeza de colas nos festos dos fólhos .....	68
Figura A6.5 m) remoção de vestígios de papelão, couro e colas do fólio colado à pasta; n) processo de limpeza de cola do festo de um dos fólhos; o) aplicação de tira de pergaminho com adesivo de amido sobre um festo de bifólio externo (reforço) .....	69
Figura A6.6 p) aplicação de tira de colagénio sintético no interior de um dos festos internos; q) limpeza aquosa e remoção de tiras de papel das guardas; r) abertura da zona entre a pasta e a cobertura para remoção dos nervos originais e preparo para o restauro	69
Figura A6.7 s) remoção dos nervos das pastas; t) cadernos organizados em blocos durante o processo de tratamento .....	69
Figura A6.8: meia-cana encontrada no festo .....	69



## Índice de tabelas

---

Tabela 4.1: categorização visual do dano.....	16
Tabela A4.1: Área específica 1 – lado da carne .....	58
Tabela A4.2: Espessuras (mm).....	60
Tabela A4.3: Colorimetria das áreas específicas – lado da carne.....	61
Tabela A4.4: Colorimetria das áreas específicas – lado do pelo .....	63
Tabela A4.5a) Médias e desvios-padrão .....	66
Tabela A4.5b) Diferenças.....	66
Tabela A5.1: Locais de amostragem biológica, código da amostra e resultados do crescimento de micro-organismos em meio de cultura PDA .....	67
Tabela A6.1: Medições iniciais.....	71



## Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

---

$\mu$ -EDXRF – microfluorescência de raios X dispersiva de energias  
 $\mu$ -FTIR – microespectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier  
 $\mu$ -Raman – microespectroscopia Raman  
Bíf. – bifólio  
CIE – canto inferior esquerdo  
DCR/FCT/UNL – Departamento de Conservação e Restauro/Faculdade de Ciências e Tecnologia/Universidade Nova de Lisboa  
Diant. – dianteira  
f – fólio  
ff. – fólios  
FORS – espectroscopia em reflectância por fibras óticas  
GD – guarda dianteira  
GE – guarda espelho  
GT – guarda traseira  
GV – guarda volante  
HR – humidade relativa  
IDAP – Improved Damage Assessment of Parchment  
IEM/FCSH/UNL – Instituto de Estudos Medievais/Faculdade de Ciências Sociais e Humanas/Universidade Nova de Lisboa  
keV – kiloeletronvolt  
ms. – manuscrito  
nm – nanómetro(s)  
PNM – Palácio Nacional de Mafra  
Prot. – proteção  
Quant. – quantidade  
T – temperatura  
Tras. – traseira  
UV-VIS – espectroscopia de ultravioleta e visível  
Vol. – volante  
XRF – fluorescência de raios X ( $\mu$ -EDXRF)  
 $\Delta E^*$  – diferença global



# 1. Introdução<sup>1</sup>

---

O tema da presente dissertação de mestrado, no âmbito da Conservação e Restauro, incide no estudo e tratamento do livro de horas Cofre nº 31 da Biblioteca do Palácio Nacional de Maфра. Este pequeno códice do século XV, de origem francesa e pertencente ao património português, foi escolhido por apresentar, entre todos os outros da coleção, um avançado estado de degradação, tanto ao nível da estrutura da encadernação, que é posterior ao corpo do livro (séc. XVIII-XIX), como dos pigmentos aplicados. Embora tenha como objetivo o estudo do manuscrito no seu todo, a ocorrência de várias formas de degradação dos pigmentos veio a constituir-se num dos focos desta tese, inseridas no diagnóstico do estado de conservação: pontos escuros a destacarem-se em meio às cores das iluminuras, associados à sua migração para o verso do pergaminho, destacamentos e alterações diversas nos azuis, brancos, laranjas e vermelhos, entre outros, foram observados.

Seguindo uma abordagem interdisciplinar, iniciámos o trabalho com o estudo dos livros de horas no âmbito da História da Arte, complementado com a descrição do seu conteúdo, tomando por base o catálogo de Ana Lemos sobre os livros de horas de Maфра [1]. Neste âmbito, procedeu-se, num primeiro tempo, ao estudo da composição material dos pigmentos através de técnicas de exame e análise, de forma a elaborar um diagnóstico preciso e tentar determinar quais as causas que estariam por trás das degradações. Para um melhor conhecimento do avanço da ciência nesta área do saber, procedeu-se ao levantamento do 'estado da arte' sobre a degradação dos pigmentos, com enfoque sobre a prata. No entanto, limitámo-nos, aqui, apenas ao levantamento e diagnóstico das zonas deterioradas, apontando algumas hipóteses e deixando o seu estudo em profundidade para um futuro trabalho, estando a degradação da prata atualmente em estudo no âmbito da tese de doutoramento de Rita Araújo (DCR-FCT-UNL).

Na medida em que o estado de conservação dos pigmentos está relacionado com a condição do suporte, constituiu etapa importante deste trabalho o diagnóstico do estado de conservação do pergaminho, integrando a metodologia tradicional ao IDAP – *Improved Damage Assessment of Parchment* [2]. Esta ferramenta foi desenvolvida especialmente para documentos em pergaminho, com o fim de obter uma análise exaustiva e global do seu estado de conservação. O protocolo de avaliação foi adaptado às características de um códice iluminado, de acordo com trabalhos prévios desenvolvidos no Departamento de Conservação e Restauro.

No que diz respeito ao corpo do livro e à encadernação, inadequada e deformada, constatámos que esta punha em risco a integridade do manuscrito, demandando uma intervenção urgente. O trabalho de conservação e restauro constitui, portanto, outra vertente desta dissertação, contemplando intervenção mínima no bloco de texto e o restauro da encadernação.

---

<sup>1</sup> Obs.: as notas foram organizadas ao fim do texto e estão em números romanos.





## 2. Os Livros de Horas

---

### 2.1 Contextualização

Os livros de horas eram pequenos livros de orações utilizados na prática da devoção privada de leigos e sua denominação vem da sua secção principal, as *Horas da Virgem*. Os principais locais de produção situavam-se em França, Flandres e Borgonha, embora existissem também centros de produção noutras regiões da Europa, nomeadamente Itália, Alemanha e Espanha.

Figurando entre os manuscritos mais populares, foram produzidos do século XIII até inícios do XVI [3], tendo o seu apogeu entre finais do século XIV e o XV, uma época de profundas mudanças políticas e sociais, acompanhada pelo surgimento de uma nova forma de pensamento na sociedade medieval, a *Devotio Moderna*<sup>ii</sup> [1]. Se até então, a Igreja exercia o monopólio do contato com o divino através da leitura e recitação dos textos litúrgicos pelos membros do clero, o desejo, por parte dos leigos, de imitar essa relação privilegiada levou ao surgimento do livro de horas, baseado no breviário [3]. Esta nova forma de pensamento possibilitou ao homem comum, através da leitura das orações que compunham este livro, estabelecer uma relação direta com Deus, na intimidade do próprio lar. Por outro lado, o culto à Virgem Maria acentua a piedade de cada um evidenciando os aspetos humanos e emocionais da religião, nomeadamente através da representação de imagens [1], de que constituem exemplos notórios a Pietá (f.154), a Virgem com o Menino (f.153) e a Virgem em oração (f.160), patentes no manuscrito objeto do presente estudo, o Cofre nº31 do Palácio Nacional de Mafra.

### 2.2 Produção, conteúdo e estrutura dos livros de horas

Desde o séc. XIII, com a expansão das universidades, a produção de manuscritos iluminados deixa de ser monopólio dos mosteiros e passa a ser feita também em oficinas, situadas nos grandes centros urbanos, como Paris, dando origem a uma classe de profissionais iluminadores e livreiros [4]. Em princípios do século XV, os livros de horas já gozavam de grande popularidade, tornando-se um item indispensável nas casas das pessoas mais abastadas e que todos queriam possuir [3]. Surge, então, uma grande procura por esses livros, em grande parte impulsionada pela nobreza e pela alta burguesia, atuando como mecenas dessa arte em regiões como a Flandres, Borgonha e França, dando origem à comercialização em grande escala e a um modo de produção em série, caracterizado pela reprodução de modelos de figuras e paisagens em iluminuras de diversos livros de horas [1, 3]. No entanto, não podemos deixar de salientar que também foram executados livros de horas com um número muito pequeno de iluminuras ou mesmo sem nenhuma, reduzindo desta forma o seu custo de produção.

As imagens, uma componente intrínseca ao livro de horas, constituem, em parte, uma das razões que conduziram à sua popularidade [1]. A sua função não era apenas ilustrativa, mas de ordem prática – marcar as secções da obra e articular as suas diferentes partes de forma a constituir chamadas visuais para os ofícios que abriam, funcionando também como um estímulo à meditação [5]. Nos livros comissionados, serviam também para inserir o encomendador no espaço

sagrado; este fazia-se representar, geralmente ajoelhado e em gesto de oração, ao lado das figuras sagradas, como a Virgem e o Menino ou dos seus santos de devoção, reafirmando, deste modo, a sua fé e acentuando a individualização da experiência religiosa [1]. Essa era também uma forma de afirmar o poder económico e social do encomendador, que adquiria iluminuras e orações compostas especialmente para si, além da aposição de brasões e de outras marcas de propriedade e *status*, o que demonstra uma das principais características de um livro de horas, o facto de ser executado especificamente para um indivíduo [1].

Segundo os vários autores que se debruçaram sobre este tema<sup>iii</sup>, os textos que compõem os livros de horas obedecem a uma ordem sequencial que se inicia com o calendário, a que se segue um conjunto de textos essenciais, incluindo ainda um conjunto mais amplo de textos e orações considerados secundários e acessórios<sup>iv</sup>. A existência de variações, contudo, leva a discrepâncias quanto à sua organização sequencial no *corpus* do conjunto de textos, divergindo também quanto aos *usos* dos ofícios que o compõem, a saber, Ofício da Virgem e Ofício dos Defuntos, característica que liga os livros de horas a um local específico de produção ou de encomenda, estando relacionado com as dioceses (Paris, Roma, Rouen, Amiens, etc).

Segundo Roger Wieck [3], o conteúdo dos livros de horas é, regra geral, formado por oito partes bem definidas, abrindo, como já mencionado, com o calendário, onde se encontravam assinaladas as principais festas cristãs; em segundo lugar surgem os Evangelhos, seguidos das *Horas da Virgem*, a parte principal do manuscrito; temos depois as Horas da Cruz e as Horas do Espírito Santo, seguindo-se duas orações à Virgem (*Obsecro te* e *O Intemerata*), os Salmos Penitenciais e a Litania, o Ofício dos Defuntos e, por fim, os Sufrágios dos Santos.

### **2.3 O manuscrito Cofre nº 31 e a coleção dos livros de horas de Mafra**

O Cofre nº 31 faz parte de um conjunto de dez livros de horas pertencentes à Biblioteca do Palácio Nacional de Mafra dos quais oito são de origem francesa, incluindo o nosso caso de estudo, um de influência flamenga e um último de origem italiana. Datados do século XV, temos conhecimento da entrada deste espólio na Biblioteca deste Palácio já no decorrer da segunda metade do século XVIII por via, muito provavelmente, de um colecionador<sup>v</sup> [1]. Deste grupo de manuscritos, totalmente reencadernado entre finais do século XVIII e início do XIX, os de origem francesa apresentam semelhanças ao nível do texto e da produção material, mas também algumas diferenças decorrentes das suas diferentes regiões de origem, aspeto já salientado nos estudos até à data realizados [1,6]. O livro de horas Cofre nº31 do Palácio Nacional de Mafra segue a norma corrente, com algumas exceções que decorrem da sua origem francesa e/ou da escolha pessoal do seu encomendador, como exporemos de seguida.

Composto por um calendário, ofícios e orações distribuídos em 162 fólhos (ver descrição codicológica no Anexo 2), o Cofre nº 31 abre com o calendário (ff.1-12v), em francês, exibido num fólho frente e verso por mês, ao uso de Paris, segundo os santos aí assinalados [1]. Seguem-se as *Quatro Lições do Evangelho* (ff.13-18), excertos dos textos bíblicos dos Evangelhos de São João, São Lucas, São Mateus e São Marcos não apresentando, no entanto, representação iconográfica

dos respectivos evangelistas com os seus símbolos, como costuma ocorrer nesta secção. Nos ff.18-23, as orações à Virgem, *Obsecro te* e *O Intemerata*, igualmente isentas de iluminura, antecedem as Horas da Virgem. Embora consideradas elementos secundários no conjunto de textos que compõem um livro de horas, estas eram orações muito populares, sendo raro aquele que não as possuía.



Figura 2.1: A Anunciação (f.25)

As *Horas da Virgem* ou *Officium parvum beate Marie Virginis* (ff.25-72v), ao uso de Paris [1], encontram-se completas neste manuscrito, a saber: matinas (A *Anunciação*, f.25 – a única iluminura deste ciclo presente no Cofre nº 31; ver fig. 2.1); laudes (f.35); prima (f.45v); terça (f.50v); sexta (f.54v); noa (f.58) vésperas (f.62) e completas (f.68). O texto seguinte, *Os Sete Salmos Penitenciais* (ff.73-88v), ditos da autoria do rei David, seguidos da ladainha dos santos, uma das partes fundamentais de um livro de horas, são aqui ilustrados por uma iluminura representando o rei David em oração (f.73). Enquanto os salmos, num total de sete, exprimem a dor e a consciência dos pecados, bem como a esperança do perdão, a ladainha dos santos, uma das formas mais antigas de oração litúrgica, agrupa uma lista de santos invocados que poderão apontar para o local de origem do manuscrito como também fornecer informação sobre a identidade do encomendador. Neste manuscrito falta o fim deste texto e o início do seguinte. Aqueles que se seguem, as Horas da Cruz (ff.89-90v) e as *Horas do Espírito Santo* (ff.91-92v) fazem parte dos textos secundários e seguem a ordem mais comum, isto é, Horas da Cruz / Horas do Espírito Santo. O Cofre nº31 apresenta apenas uma iluminura, Pentecostes (f.91), indicando o início das Horas do Espírito Santo. Estes dois textos, tal como o dos salmos, encontram-se truncados, faltando o início do primeiro (e, muito provavelmente a iluminura correspondente, a crucifixão) assim como o fim do segundo.

O Ofício dos Defuntos (ff.93-135v), também ao uso de Paris, apresenta igualmente perda de texto, faltando-lhe o início (e, tal como o assinalado para as Horas da Cruz, certamente a iluminura correspondente) e o fim. Parte essencial do livro de horas, contém orações para serem recitadas em cerimónias fúnebres, sendo geralmente acompanhado de uma iluminura no início, destacando-se, entre as mais comuns, uma cena representando um ofício fúnebre na igreja ou o enterro de um morto no terreno adjacente à Igreja. Sendo a morte súbita, um dos maiores medos do homem medieval, a leitura quotidiana deste ofício garantia, assim, a proteção contra este perigo.

As orações que se seguem fazem parte do conjunto de textos secundários. Duas delas, em francês, corroboram a origem deste manuscrito: As *Quinze Alegrias da Virgem* (ff.136-138v) e As *Preces a Nosso Senhor* (ff.139-140v). Também aqui temos a assinalar a falta do início do texto das respetivas orações.

Os Sufrágios dos Santos (ff.140-151v), um dos elementos essenciais de um livro de horas, encontram-se aqui num lugar inabitual<sup>vi</sup> [7]; abrem com uma oração em francês dedicada à Santa Cruz, a anteriormente assinalada, *Preces a Nosso Senhor*, corrente nos livros de horas

parisienses do século XV, como é o caso do nosso manuscrito [1,8]. Estas orações, num conjunto de sete no Cofre nº31 [1], onde temos a assinalar duas dedicadas a Santa Catarina, eram recitadas pela salvação das almas dos que as pronunciassem e em intercessão pelos mortos.

Por último, a fechar o conjunto de textos que compõem o manuscrito de Mafra, temos um conjunto de orações variadas (ff.151v-162v, parte em francês), algumas das quais dedicadas à Virgem, refletindo, desta forma, o culto Mariano da época: acompanham-nas pequenas iluminuras da Virgem com o Menino (f.153), da Pietá (f.154), da Virgem rodeada por quatro anjos (f.155) e da Virgem em Oração (f.160) [1].

### 3. Caracterização material e técnicas de produção

#### 3.1 Encadernação

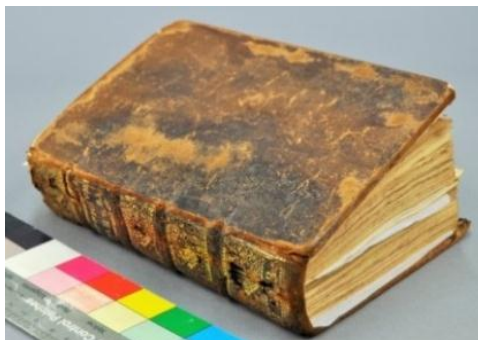


Figura 3.1: vista geral do manuscrito (pasta dianteira, lombada e pé)

A encadernação atual é composta por uma cobertura inteira de pele castanha, decorada na lombada com douramento e vestígios de decoração nas pastas pela técnica do ponteadado (fig.3.1 a 3.3). A decoração da lombada é constituída por cinco painéis com motivos florais e cercaduras, possuindo um rótulo com a inscrição “OFFICIVM PARV. B.V.” (fig 3.2), abreviatura em latim para as Horas da Virgem. Os cortes do livro (cabeça, goteira e pé) têm salpicos de tinta vermelha e/ou violeta. A técnica de junção é caracterizada por

costura alternada (tipo francesa), com linha de linho e nervos simples, provavelmente em cânhamo. As tranchefilas possuem as cores branca e amarela, sendo a primeira linho e a segunda seda; o marcador, colado ao lombo, é um fitilho verde de seda. O reforço da lombada é feito por tiras de papel e de pergaminho. As pastas, com espessura média de 3,3 mm, são em papelão, enquanto as guardas são em papel de fibras de linho ou cânhamo de fabrico manual com marca de água (ver ANEXO 3.1, fig. A1.1a e A1.3c).



Figura 3.2: decoração a ouro da lombada



Figura 3.3: a) decoração da cobertura; b e c) detalhes dos painéis com a inscrição “MAFRA” e florão

Esse conjunto de características enquadra esta encadernação no período compreendido entre o final do século XVIII e as primeiras décadas do XIX, época de marcada influência francesa neste ofício em Portugal [9]. A inscrição “MAFRA” na lombada reforça a tese de sua confecção nas dependências do próprio Palácio Nacional de Mafra [10], assim como o conjunto das encadernações dos livros de horas de sua biblioteca.

#### 3.2 Bloco do texto: materiais e técnicas

Para a caracterização dos materiais e técnicas do manuscrito, bem como o estudo da construção da cor e observação dos fenómenos de degradação, foram utilizados métodos *in situ*:  $\mu$ -EDXRF (microfluorescência de raios X por dispersão de energia), UV-VIS FORS (espectroscopia

de reflectância por fibra ótica) e microespectroscopia Raman. Foram ainda retiradas micro-amostras, sob o estereomicroscópio, para análise pela microespectroscopia de infravermelho ( $\mu$ -FTIR)<sup>vii</sup>. Foram analisadas as três iluminuras dos fólhos 25, 73 e 91, uma margem decorada (f. 62) e três iniciais figuradas (ff. 147v, 153 e 160), cujos mapeamentos se encontram no ANEXO 3, e procurou-se abranger as diversas cores e figuras presentes nas iluminuras, incluindo a iluminura central, cercaduras, molduras, capitulares, escrita e fins-de-linha, bem como o suporte de pergaminho. Para a maior parte dos colorantes, o  $\mu$ -EDXRF permitiu uma identificação inequívoca. Para a caracterização dos verdes de cobre, das lacas orgânicas e de seus aditivos, utilizaram-se as demais técnicas como complemento, sendo indicados o  $\mu$ -Raman e o  $\mu$ -FTIR. A interpretação dos espectros foi realizada por comparação com bases de dados [11-13] e outras referências da literatura [14-17], constando os espectros representativos (exceto de  $\mu$ -FTIR) do ANEXO 3, bem como as técnicas, equipamentos e condições de análise. Uma biblioteca espectral e de imagens complementares constitui um apêndice (documento suplementar).

**Pergaminho.** A análise por  $\mu$ -EDXRF revelou, em todos os fólhos analisados, a presença dos elementos Ca, K, Cl, S, Mn e Fe, além de traços de Ag; nos fólhos do corpo original foram detetados também Cu, Zn e Pb. A maior parte destes elementos são oriundos do tratamento da pele com produtos à base de cálcio e outros produtos conservantes; já os metais Fe, Cu e Zn, entre outros, podem essencialmente ser provenientes das ferramentas usadas na produção do pergaminho, de contaminação ou da migração dos iões da tinta de escrita [18-19]. Como os raios X atingem o suporte, todos estes elementos podem também aparecer nas análises dos colorantes.

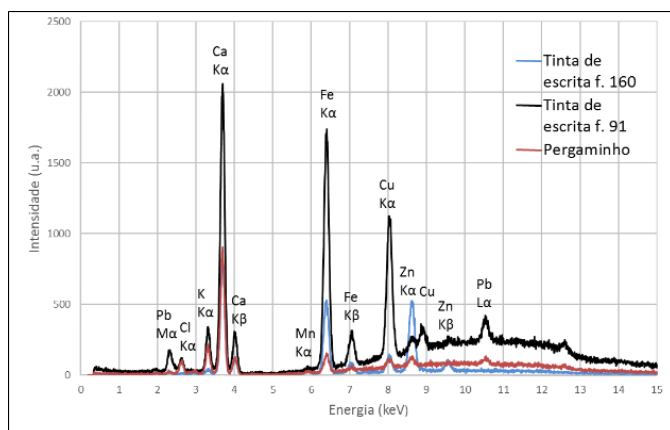


Figura 3.4: espectros  $\mu$ -EDXRF de duas das tintas de escrever sobre pergaminho

**Tintas de escrever.** As tintas ferrogálicas utilizadas na escrita do texto têm tons de castanho claro a escuro e são compostas principalmente por ferro, além de cobre e zinco, conforme apontado por análise de  $\mu$ -EDXRF (fig. 3.4). Porém, as proporções<sup>viii</sup> dos elementos variam entre o grupo de fólhos pertencentes ao corpo original (fs. 25, 62, 73, 91), o f. 147v e os adicionados *a posteriori* (bifólio 153-160). As tintas de

escrever podem também ser constituintes de algumas cores (como os castanhos), bem como ter sido utilizadas nos contornos das figuras e detalhes dos rostos, conforme detetado noutros livros de horas franceses [6]. No entanto, nos fólhos 140v a 148, a cor negra e a fraca aderência são sugestivas de uma tinta à base de carbono.



Figura 3.5: amarelo Sn-Pb no cabelo da Virgem (f. 25)

**Amarelos.** O amarelo está presente em detalhes das iluminuras, como no cabelo da Virgem (fig. 3.5) e panejamentos da veste do Anjo (f.25), troncos, folhas e flores das árvores, cordas da harpa e topo da colina (f.73); foi identificado como amarelo de estanho e chumbo tipo I



( $\text{Pb}_2\text{SnO}_4$ ) por  $\mu$ -Raman (bandas a 128 e 194  $\text{cm}^{-1}$ ), e confirmado por  $\mu$ -EDXRF pela presença dos elementos Sn e Pb. Este amarelo encontra-se aplicado também em mistura com o pigmento verde, originando verdes mais claros e luminosos, e nos castanhos. Há ainda outro amarelo de tom dourado, presente nas vestes de figuras e fundos dos fólhos 25 e 91 e identificado como ouro musivo (sulfureto de estanho:  $\text{SnS}_2$ ) por  $\mu$ -EDXRF e  $\mu$ -Raman, misturado a ouro em pó, cujos grãos são visíveis ao estereomicroscópio.



Figura 3.6: pormenor da Anunciação (f. 25)

**Azuis.** Os tons de azul das iluminuras dos f. 25, 73 e 91 são construídos com lápis-lázuli sobre azurite, conforme identificado por  $\mu$ -EDXRF, FORS e  $\mu$ -Raman. O dispendioso lápis-lázuli (pigmento que tinha um forte significado simbólico, sendo reservado às vestes de figuras de maior relevância como a Virgem) foi aplicado sobre a azurite no manto da Virgem (f. 25, fig. 3.6 e f. 91) e na túnica do rei David (f. 73); no entanto, também encontramos esta combinação de pigmentos em elementos decorativos, como algumas flores, folhas de acanto (ff. 25, 73 e 91), no céu (f. 73) e nas vestes de uma das figuras no fólio 91. Já outras flores, capitulares e fins-de-linha (dos mesmos fólhos) contêm somente azurite, tal como verificado pelas análises. Já nas iniciais figuradas (ff. 147v, 153 e 160), a azurite foi utilizada tanto nas flores como nos mantos das figuras e nos céus. Para os tons mais claros, encontrámos uma mistura de azurite com branco de chumbo. Por fim, o índigo foi utilizado para escurecer os tons de azul, criando as sombras dos panejamentos (ff. 25, 73 e 91).

**Brancos.** O branco de chumbo ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ), identificado por  $\mu$ -EDXRF, é usado puro nos elementos arquitetónicos e noutros elementos como a pomba e o livro (f. 25, ver fig. 3.6); em misturas com várias cores para produzir os tons claros, como os rosas, as carnações e os azuis do céu; também é aplicado na decoração das capitulares e fins-de-linha ou como toques de luz nas flores e outros elementos decorativos das margens.

**Laranjas e vermelhos.** A cor laranja, aplicada em flores e folhas de acanto da cercadura e capitulares e também no tom avermelhado do manto do Rei David (f. 73), é obtida com o **mínio** ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ), identificado por  $\mu$ -EDXRF e confirmado por FORS e  $\mu$ -Raman<sup>ix</sup>. Nos vermelhos da decoração, identificaram-se chumbo e mercúrio por  $\mu$ -EDXRF, o que indica tratar-se de misturas<sup>x</sup> de **mínio** com **vermelhão** ( $\text{HgS}$ ) – uma prática comum, como uma forma de poupar o pigmento mais caro (o vermelhão) [20]. Há ainda as velaturas de tom carmim obtidas a partir de **lacas orgânicas**, aplicadas sobre os vermelhos de mínio e/ou vermelhão, como é o caso do manto do rei David (f. 73), assim como em alguns elementos da decoração (morangos, flores e acantos; ver fig. 3.7). No fólio 147v e nos acrescentos posteriores (ff. 153 e 160), encontramos vermelhos constituídos apenas por **vermelhão**, seja nas iluminuras, ou nas margens decoradas assim como no regramento; curiosamente, num mesmo bifólio (153/160), encontramos regramentos construídos tanto com vermelhão quanto com uma laca orgânica.



Figura 3.7: morangos com mínio, vermelhão e laca orgânica (f. 91)

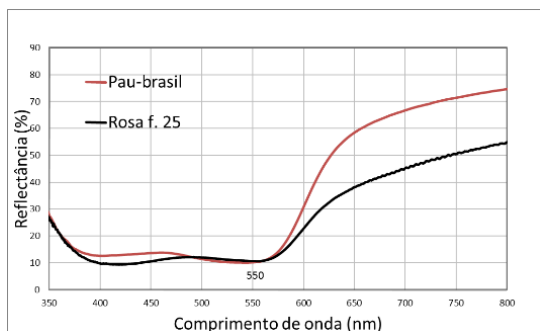


Figura 3.8: espectro comparativo FORS de um dos rosas com um padrão de laca de pau-brasil

adicionadas cargas como calcite ou gesso para obter uma cor opaca, conforme indicado pelos picos de Ca em  $\mu$ -EDXRF. Nos tons mais claros foi detetado o Pb, indicando a mistura com branco de chumbo. Para o corante, a análise de FORS (fig. 3.8) indicou uma melhor correlação com lacas de pau-brasil<sup>xi</sup> – no entanto, ainda são necessárias mais análises para sua identificação, nomeadamente a microespectrofluorimetria ( $\mu$ -SPEX). Salienta-se que este era o pigmento de eleição para os rosas nos livros de horas analisados pela equipa do DCR [21-23], sendo apontado por Villela-Petit [24] e Roger et al [25] como um colorante característico dos ateliês parisienses.

Também os tons rosas das carnações são construídos com branco de chumbo em mistura com outro pigmento para se obter um tom rosado, como o mínio (conforme identificado por  $\mu$ -Raman no rosto do anjo do f. 25; ver fig. 3.9). Os traços dos rostos têm tons castanhos e rosas, como é o caso também dos lábios da Virgem do f. 91, possivelmente obtidos por uma tinta de escrever, conforme indicam os picos de Cu e Fe. Já no f. 160, a análise dos lábios da Virgem revelou a presença de Hg, indicando o uso do vermelhão.



Figura 3.9: rosto do anjo (f. 25)



Figura 3.10: flor verde da cercadura (f. 25)

**Verdes.** Os picos intensos de Cu indicam verdes à base de cobre, identificado por  $\mu$ -FTIR como malaquite, empregado nas folhagens, ramos e folhas de acanto da decoração das margens (fig. 3.10); em alguns elementos, como no tecido do baldaquino do f. 25 e no verde da copa das árvores do f. 73, foi detetada uma mistura com amarelo de chumbo e estanho. Os verdes escuros translúcidos provavelmente foram construídos com a sobreposição de uma laca orgânica, como em algumas flores (fig. 3.10) e no pavimento de mosaicos (f. 25 e 91), criando, aqui, um jogo de peças claras e escuras.

**Castanhos.** Os tons de castanho presentes nas iluminuras do códice 31 revelaram-se muito variados devido às misturas de vários pigmentos. Por  $\mu$ -EDXRF, foram detetados Cu, Pb, Sn, Ca e Fe nas escarpas da colina e madeiras da harpa do fólio 73 e na abóbada do fólio 91. Nas iluminuras dos acrescentos, encontramos Pb, Ca, Hg, Cu, Fe e Zn em proporções variáveis nos tons de castanho-escuro e acinzentado do fundo (f. 153) e no castanho claro do cabelo da Virgem (f. 160). Face aos resultados, podemos concluir que esses tons foram construídos com pigmentos como o amarelo de estanho e chumbo, vermelhão, mínio, ocre e tinta de escrever, entre outros.





Figura 3.11: pormenor da figura do Rei David (f. 73)

**Cinzentos.** Os tons de cinza são também bastante diversos nos fólhos analisados, variando dos claros, como a barba do rei David (f. 73, fig. 3.11), aos escuros, como as arquiteturas de tons escuros ao fundo das iluminuras (ff. 25 e 91). Em todos eles, detetaram-se Pb e Cu por  $\mu$ -EDXRF, indicando uma mistura de branco de chumbo com azurite em proporções variadas e provavelmente um negro de carvão.

Numa das iluminuras dos acrescentos (f. 153), há um tom cinzento acastanhado no fundo com maior concentração de Pb e Hg, além de Ca e ainda Zn, Fe e Cu, o que nos leva a concluir que pode haver uma mistura de branco de chumbo com vermelhão e possivelmente uma tinta de escrever.

**Púrpuras.** Algumas flores das margens de vários fólhos (p. ex. o 73 e 153) têm um tom púrpura avermelhado, enquanto as vestes presentes nos ff. 91 e 153 têm uma cor clara de tom azulado. As análises de  $\mu$ -EDXRF detetaram picos intensos de Pb e picos variáveis de Cu, o que indica que estes tons tenham sido construídos com minério, azurite e branco de chumbo no caso das flores, e branco de chumbo, azurite e provavelmente uma laca vermelha nas vestes.

**Preto.** A cor preta aparece nos contornos e sombras de figuras como o anjo da Anunciação (f. 25; ver fig. 3.9), nas barras da moldura e no contorno dos *rincaux*. As análises por  $\mu$ -Raman e  $\mu$ -FTIR indicaram a presença de um negro de carvão.

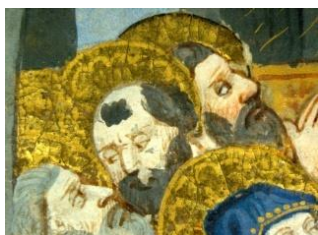


Figura 3.12: douramento em folha sobre preparação (f. 91)

**Dourados.** O ouro, profusamente aplicado em todo o manuscrito, apresenta-se sob duas formas: em pó, tanto nos elementos da decoração (flores e acantos dos ff. 25, 73 e 91) como nos raios de luz que entram pela janela (ff. 25 e 91), em toques de luz e detalhes sobre os panejamentos (ver fig. 3.6), a exemplo do manto da Virgem (ff. 25, 91 e 153) e também sobre as asas do Anjo (f. 25); e ainda em mistura com o ouro musivo, conforme já referido (ver amarelos). Já o ouro em

folha, de aspeto brilhante e maciço, foi aplicado nas auréolas (ff. 25 e 91; ver fig. 3.12), como fundo ou preenchimento das capitulares, molduras, fins-de-linha, folhas trilobadas e outros elementos da cercadura. Junto aos douramentos com folha de ouro, foi revelada por  $\mu$ -EDXRF (pico intenso de Ca) a presença de uma preparação, identificada como carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) por  $\mu$ -Raman (pico a  $1085\text{ cm}^{-1}$ ) na auréola da Virgem (f. 25) e na cercadura (f. 73). Em geral, as preparações apresentam um tom cinzento, visível em várias zonas de desgaste do ouro.

**Prata.** A prata, escurecida devido à oxidação, aparece em pequenas flores da decoração das margens das iluminuras e de vários fólhos do corpo original, e também nas janelas da iluminura da Anunciação (f. 25); nesta, foi identificada a presença de índigo por  $\mu$ -Raman, indicando a aplicação de velaturas sobre a prata, conforme os tratados e receituários da época [26-27]. O fenómeno da degradação será tratado no tópico 4.3.

**Cargas e ligantes.** Os diferentes colorantes apresentam carbonato de cálcio na sua composição, exceto os rosas e carmins, que contêm também gesso, conforme identificado por  $\mu$ -FTIR. Foi detetado também um ligante proteico (possivelmente cola de pergaminho, clara ou gema

de ovo) e por vezes a mistura deste com um polissacarídeo (goma arábica ou outras) nos fólhos 25, 73 e 91. Estes resultados estão em concordância com os apresentados em trabalhos da equipa do DCR-FCT-UNL [6,22].

## 4. Diagnóstico do estado de conservação

### 4.1 Encadernação e estrutura do conjunto

Do ponto de vista estrutural, o códice apresentava-se em mau estado de conservação, com uma encadernação deformada, desgastada e que não cumpria a função de proteger o corpo do livro. Entre as patologias mais visíveis, estavam as deformações e o intenso desgaste na lombada e em ambas as pastas, com destacamento do couro na zona dos nervos e nas extremidades (fig. 4.1 a 4.2). A lombada apresentava também perda de douramento, lacunas e furos causados por coleópteros (fig. 4.2a). Os elementos de junção como as charneiras, tranchefilas e o fitilho (fig. 4.3b) estavam fissurados, desgastados e descoloridos; a costura apertada e as linhas encontravam-se quebradas em vários cadernos. As guardas em papel (fig. 4.3a) apresentavam sujidades, lacunas causadas por insetos e um leve amarelecimento geral, que se mostrou mais acentuado nas guardas espelho, além de manchas variadas, nomeadamente de *foxing* (tom castanho), algumas manchas de cola oxidada, outras esverdeadas próximo aos festos e ainda marcas de manuseamento nas margens inferiores.

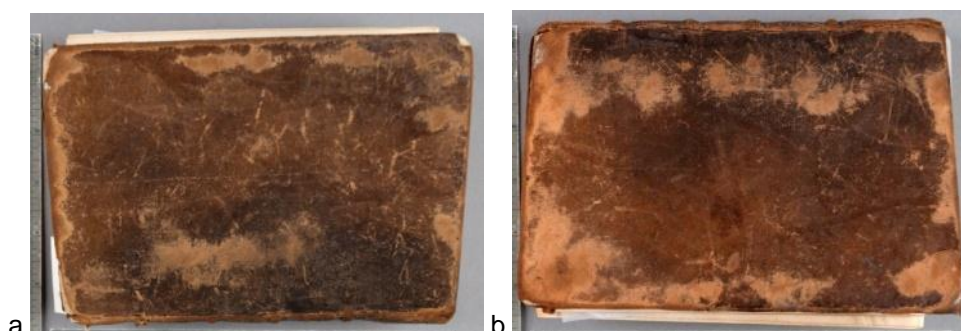


Figura 4.1: a) pasta dianteira; b) pasta traseira



Figura 4.2: a) ataque de insetos na lombada; b) corte do pé



Figura 4.3: a) foxing na guarda volante e no fólio 1; b) fitilho (a marcar os fólios 141v-142)

## 4.2 Bloco do texto

O bloco do texto foi avaliado segundo duas metodologias: a primeira, que denominamos avaliação geral, é baseada na análise visual do conjunto (também utilizada para a avaliação da encadernação) e na inspeção mais cuidadosa fólho a fólho, prática comum na área da conservação e restauro, sendo as categorias de danos utilizadas as correntes, apontadas com o auxílio de uma ficha previamente elaborada (ver ANEXO 1); de modo complementar, foi também utilizada uma metodologia de amostragem biológica para a identificação de fungos nas áreas com manchas. A segunda metodologia consistiu na aplicação do protocolo IDAP a uma parcela representativa do códice, conforme veremos no tópico 4.2.2.

### 4.2.1 Avaliação geral

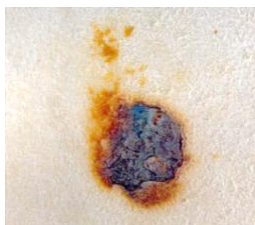


Figura 4.4: pingo de cera de vela no f. 48

O bloco do texto apresentava como principais patologias, desmantelamento e deformação, caracterizada por ondulações e encarquilhamentos no pergaminho. Na zona central do bloco havia vários cadernos soltos ou lassos, nomeadamente os cadernos VIII ao XII (34 fólhos) e XIII ao XV (23 fólhos), respetivamente. Apresentava também sujidade superficial nos fólhos, com maior concentração próximo aos festos e constituída por poeiras, fuligem, fibras de tecidos, pigmentos soltos, excrementos de insetos e, inclusive, um corpo de inseto (traça adulta, fig. 4.8c). Havia manchas variadas, como no papel das guardas e caracterizavam-se como: manchas de cola oxidada em alguns festos; pequenas manchas de *foxing*, como no fólho 1 (fig.4.3a); e manchas de cor esverdeada e azulada, que levaram à pesquisa de micro-organismos (ver tópico 4.2.3). Algumas sujidades aderidas, como as manchas de manuseamento nas margens inferiores e pingos de cera de vela (fig. 4.4) são consideradas marcas de uso e por isso foram mantidas.

No fólho da 2ª iluminura, há uma lacuna e fissuras causadas pela acidez da tinta ferrogálica (fig. 4.5). Outras deteriorações observadas nas tintas e materiais aplicados sobre o suporte serão tratadas em detalhe na secção 4.3.



Figura 4.5: lacuna e fissura no f. 73 (luz transmitida)

### 4.2.2 Aplicação do protocolo IDAP

O protocolo IDAP é parte de um programa avançado de avaliação de danos ao pergaminho, conforme referido na introdução deste trabalho; consiste na avaliação do pergaminho segundo categorias de danos previamente definidas tendo sido adaptado<sup>xii</sup> para o formato de códice e utilizando apenas os métodos não invasivos [28]. De forma experimental, aplicamos o protocolo procedendo à avaliação do estado global do pergaminho (Parte 1) e das suas áreas específicas (Parte 2) de acordo com a seguinte metodologia (mais detalhes no Anexo 4): foram avaliados 36 fólhos (cerca de 20% do códice), seleccionados de modo a constituir uma parcela representativa do

manuscrito e abrangendo diferentes partes dos cadernos, com exceção dos fólhos contendo iluminuras e margens decoradas (condição para se avaliar o suporte); as áreas específicas foram selecionadas segundo os critérios de manuseio, descoloração e sujeição a danos mecânicos (ver fig. 4.7). A seguir, apresentamos os resultados obtidos na Parte 1 e os resultados parciais<sup>xiii</sup> obtidos na Parte 2. Dados mais completos encontram-se no ANEXO 4.

**Parte 1 – Avaliação global do fólio.** A aplicação deste nível de avaliação resultou na detecção e quantificação de 16 patologias ou características do pergaminho e na categorização visual do dano, de acordo com os gráficos da fig. 4.6 a e b.

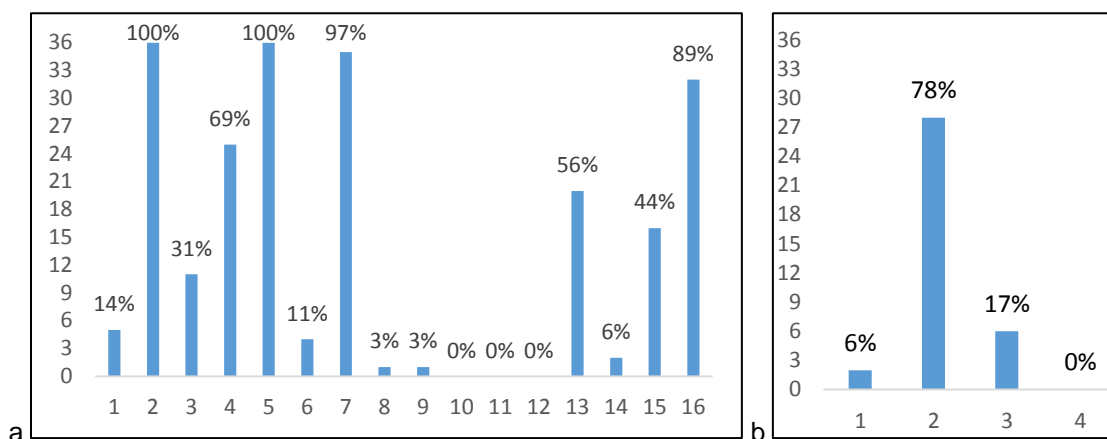


Figura 4.6 a) danos/características do pergaminho: 1- áreas transparentes; 2- deformações; 3- danos mecânicos; 4- danos de manufatura; 5- contaminação da superfície; 6- sinais de conservação/tratamento da superfície; 7- descoloração 8- biodeterioração (micro-organismos); 9- biodeterioração (insetos/roedores); 10- danos por água; 11- danos por secagem/calor; 12- camada tipo-vítrea; 13- vestígios de pelo; 14- depósitos de calcite; 15- danos no texto e 16- danos nas iluminuras.

Figura 4.6 b) categorização visual do dano: 1-não danificado; 2- ligeiramente danificado; 3- danificado; 4- muito danificado.

A avaliação de perda geral de pigmento na iluminura (refere-se basicamente a capitulares e fins-de-linha) revelou que apenas 6% dos fólhos iluminados não apresentam perda; nos demais, as perdas variam entre cerca de um terço a dois terços, sendo maiores nos fólhos correspondentes às Horas da Virgem (ff. 25-72).



Figura 4.7: diagrama das áreas específicas no fólio 24 reto

**Parte 2 – Avaliação por áreas específicas.** A avaliação a nível mais detalhado das três áreas específicas foi feita em cada lado do fólio segundo 22 categorias<sup>xiv</sup>. A avaliação assentou na detecção da ausência (0) ou presença (1) e respetiva classificação aproximada em “nenhum(ns)”, “algum(ns)” ou “muito(s)”. Como exemplo de aplicação, ver a tabela A4.1 no ANEXO 4: *Área Específica 1 – lado carne*, onde constam as percentagens de cada categoria identificada nesta área (no caso, uma zona de maior manuseamento, ao coincidir com o reto do fólio).

A análise dos dados de todas as áreas está condensada na categorização visual do dano, conforme a tabela 4.1 abaixo, da qual podemos concluir que a maior parte dos danos são ligeiros e que uma pequena parte foi considerada danificada; os danos



ligeiros localizam-se, majoritariamente, nas áreas 1 e 3, que são zonas de maior manuseamento (área 1) ou que sofreram mais danos em decorrência da costura e/ou acumularam mais sujidades por se localizar próximo ao festo (área 3), enquanto a área 2 é a menos danificada por se localizar na margem superior e central do fólio, zona menos manuseada e pouco sujeita a tensões da costura.

Tabela 4.1: categorização visual do dano

Categorias	Lado Carne			Lado Pelo		
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Não Danificado	42%	58%	39%	19%	58%	28%
Ligeiramente Danificado	50%	42%	56%	67%	42%	64%
Danificado	8%	0%	5%	14%	0%	8%
Muito Danificado	0%	0%	0%	0%	0%	0%

A **espessura** média do pergaminho, com base nas medições efetuadas às três áreas específicas, é de 0,16 mm (mín. de 0,10 e máx. de 0,20 mm), conforme tabela A4.2 do ANEXO 4. Nesta parte foi ainda realizada uma **análise colorimétrica** em adição à avaliação visual da categoria “cor” da análise específica (resultados no ANEXO 4, tabelas A4.3 a A4.5a e b); e que evidenciaram que o lado do pelo é ligeiramente mais claro, mais amarelo que o lado da carne, enquanto este é ligeiramente mais vermelho que o lado do pelo. O valor da diferença global ( $\Delta E^*$ ) é igual a 0,74, sendo que valores abaixo de 2,3 indicam que as diferenças entre carne e pelo não são perceptíveis ao olho humano [29] – o que está de acordo com a percepção geral de que o pergaminho utilizado para os livros de horas, geralmente velino, é bastante claro e difere muito pouco quanto à coloração nos lados carne e pelo, mesmo levando em conta as alterações provocadas pela degradação. Contudo, a análise dos resultados relativos a cada área específica não foi efetuada devido ao limite de tempo no âmbito deste mestrado.

#### 4.2.3 Causas de deterioração

**Fatores mecânicos.** Os danos referidos no diagnóstico podem ser majoritariamente atribuídos à reencadernação do códice, ocorrida entre os séc. XVIII e XIX, num estilo anacrónico e não apropriado para o suporte em pergaminho, conforme já referido noutros estudos [6,30,31]. O estilo de encadernação francesa da época, projetado para obras em papel, é mais frágil devido à costura não passar por todos os nervos e as pastas de cartão, leves e sem fechos, não impedirem as movimentações do suporte – ao contrário das encadernações medievais, mais robustas, com pastas de madeira, fechos e costura sólida [32]. Sem este tipo de contenção, a natureza do pergaminho – material orgânico constituído principalmente de fibras de colagénio estiradas pelo processo de fabrico – fará com que ele procure retomar a sua forma original (a do animal), conforme as variações de humidade e temperatura a que for submetido. Isso causa, portanto, as deformações observadas, que, por sua vez, podem causar o destacamento de pigmentos. Além disso, as deformações observadas próximas aos pontos de costura (como na área específica 2 do

IDAP) em vários cadernos podem ser atribuídas ao excesso de tensão empregado – o que causou também a abertura em “V” na goteira e consequente lasseamento e soltura dos cadernos centrais, agravados pelo manuseio e também pela inserção de folhas de tecido (poliéster) como proteção para as iluminuras, cuja espessura do conjunto chega a 5 mm. Por fim, a remoção de fólhos de alguns cadernos constitui um fator de desequilíbrio do conjunto.

**Biodeterioração.** Entre os agentes biológicos de deterioração, foram detetados insetos e micro-organismos como causadores de danos efetivos além de um inseto ao qual não se atribuiu dano (traça adulta encontrada no fólio 43, fig. 4.8c). Entre os danos causados por insetos, os furos de saída do inseto adulto visíveis na lombada (fig. 4.2a), os furos no pergaminho (fig. 4.8a), as lacunas nas guardas provocadas pelas larvas e os excrementos encontrados entre os fólhos (fig. 4.8b), embora em pequeno grau, são todos indícios de que o códice foi afetado por coleópteros [33]. Já para identificar a causa das manchas coloridas (em tons de verde e azul) presentes em alguns fólhos, a exemplo da fig. 4.8d (equivalente a 3%, de acordo com o IDAP), decidiu-se coletar amostras para pesquisa de fungos viáveis (ver metodologia de amostragem biológica e tabela no ANEXO 5). Os resultados obtidos revelaram a presença de esporos viáveis dos fungos *Penicillium sp.* (em quatro amostras) *Cladosporium sp.* e *Chaetomium sp.* (em uma amostra), e de leveduras (em duas amostras); no entanto, verificou-se que estes resultados – inclusive a ausência de crescimento em duas amostras – não podem ser diretamente correlacionados à presença, cor ou tipologia das manchas, permitindo apenas concluir que, se anteriormente houve crescimento de fungos nestas zonas, estão atualmente inativos e/ou seus esporos não puderam ser capturados pelo método utilizado; ou mesmo considerar a hipótese de alguns fungos terem crescido a partir de esporos pousados ao acaso sobre o pergaminho. As leveduras não são consideradas prejudiciais ao papel e ao pergaminho, mas os géneros de fungos identificados são ubíquos e podem causar danos a estes suportes [34]. No caso das manchas de *foxing* da guarda dianteira, apesar de constatada a presença de *Penicillium sp.*<sup>xv</sup>, deve-se considerar mais uma vez a hipótese do acaso. Relativamente à possível ocorrência de *foxing* em pergaminho, os estudos sobre o tema ainda são poucos [34-35], permanecendo esta questão por esclarecer. Constatou-se, contudo, que a biodeterioração encontra-se inativa e o nível de danos causados, tanto por insetos quanto por micro-organismos, é baixo e não afetou o códice de maneira significativa, o que está em consonância com os resultados do IDAP.

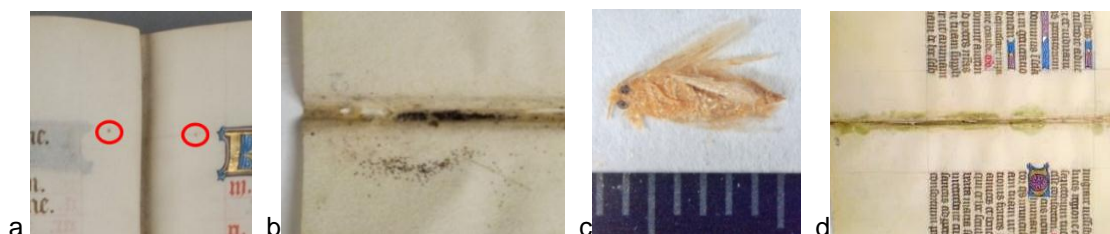


Figura 4.8: a) orifícios causados por coleóptero (f.2v-3); b) vestígios da presença de coleópteros (excrementos); c) Inseto (traça adulta) encontrado no fólio 43 (escala em mm); d) manchas esverdeadas (f.98v/99)

## 4.3 Processos de degradação dos pigmentos

### 4.3.1 Revisão da literatura

O estudo sistemático dos materiais dos manuscritos iluminados iniciou-se nos anos 1960, segundo Clarke [36], com Roosen-Runge e Werner, com o desenvolvimento de técnicas de análise menos invasivas e a adoção de metodologias de comparação com amostras de reconstruções históricas baseadas nos tratados e receituários medievais. Porém, mais especificamente no que concerne aos manuscritos franceses do século XV, são pioneiros os estudos de Guineau *et al* (1984, 1996 e 1998) [36] e Villela-Petit [24], por exemplo sobre o mestre de Boucicaut e as lacas de pau-brasil, e entre os mais recentes os estudos de Melo *et al.*, Araújo e Vitorino [6,21-23,37].

Das diferentes formas de degradação nas iluminuras do Cofre nº 31, destaca-se a oxidação da prata, que aparece associada a outros pigmentos numa construção singular da cor. Diferentemente do ouro, que nos livros de horas encontra-se onipresente, a prata é mais raramente aplicada, sendo reservada, no caso do nosso manuscrito, a detalhes como as pequenas flores das margens decoradas, ou aplicada mais extensamente como nos céus de algumas das iluminuras do Cofre nº24 [6]. A sua oxidação tem como efeito a transformação do brilho metálico numa cor escura e baça, alterando profundamente o seu aspeto original [21] e a leitura que se faz da imagem, como nas janelas da iluminura da Anunciação (fólio 25).

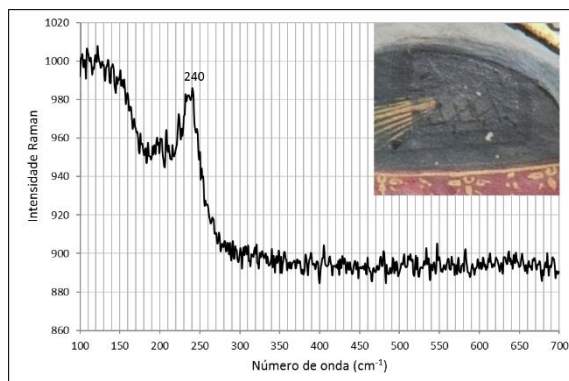
Entre os produtos de corrosão da prata, o sulfureto de prata ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) é o mais comumente formado, especialmente em ambientes urbanos (devido à poluição por gases como o sulfureto de hidrogénio) e cujo mecanismo já foi estabelecido, porém ainda não foram desenvolvidas técnicas satisfatórias para sua remoção, tanto em objetos de prata quanto em suportes mais frágeis, como daguerreótipos e fotografias com sais de prata [18,38-46]. Todavia, se foram publicados vários estudos sobre a degradação da prata em geral, poucos existem, até à data, em relação aos manuscritos iluminados – a maior parte limitando-se a relatar a ocorrência do escurecimento da prata ou atribuindo o fenómeno à já referida reação com compostos de enxofre [6,21,37,47-52]. Dois estudos, porém, apresentam hipóteses para o fenómeno, nomeadamente o de Guineau *et al.* [53], de 1998, sobre um livro de horas francês do século XV (as Horas de Boucicaut) e um mais recente (2013) de M. Guerra *et al.* [18], sobre forais portugueses do período manuelino.

Passamos agora à descrição dos tipos de degradação observados nos pigmentos analisados, quanto a aspeto, cor, análise elementar e molecular, avançando com algumas hipóteses para as causas e processos de formação da deterioração.



### 4.3.2 Oxidação

**a) Prata.** Nas três iluminuras (f. 25, 73 e 91) e na decoração de vários fólios, a exemplo do f. 62, há vários pontos de degradação que apresentam cor cinzenta escura, de tonalidades variáveis e com migrações mais ou menos acentuadas. Nas análises de  $\mu$ -EDXRF, a prata foi detetada junto a outros elementos, como Cu, Pb, Hg e Au. A janela da iluminura do fólio 25,



de cor cinzenta escura, apresentou picos intensos de Cu e Pb, tendo a análise por  $\mu$ -

Figura 4.9: espectro Raman da degradação da prata (fólio 25)

Raman (fig. 4.9) indicado a presença de sulfureto de prata ( $\text{Ag}_2\text{S}$ )<sup>xvi</sup> [39]; além disso, o Raman também detetou o índigo, indicando a aplicação de uma velatura azul que hoje já não é visível. Relativamente à preparação subjacente, não se verificou a sua presença na janela do fólio 25, ao passo que nas flores do canto inferior direito do fl. 91, de tom azulado, foi identificado o carbonato de cálcio (por  $\mu$ -FTIR) na área central, sobre a qual foi aplicada folha de ouro, estendendo-se aos limites das pétalas, que por sua vez receberam aplicação de prata e por fim uma camada ou contorno de lápis-lazúli (fig. 4.10a). Outro efeito desta degradação é a migração de pigmentos para o verso do fólio, variando em intensidade e cor, podendo ser observada a presença de matéria metálica entre as fibras do pergaminho (fig. 4.10 b e c).

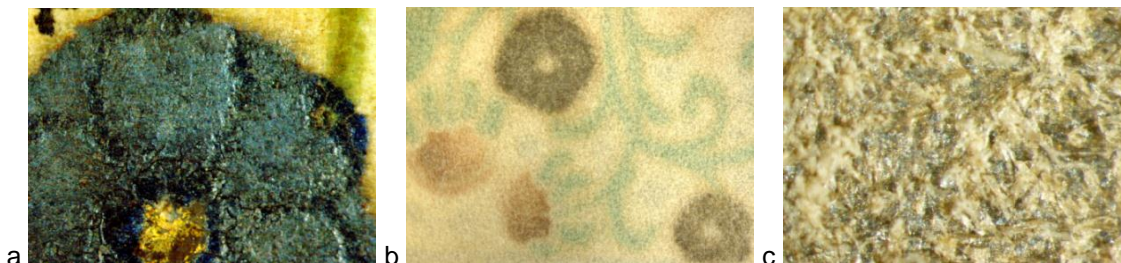


Figura 4.10: a) flor com ouro, prata e lápis-lazúli (f. 91); b) verso das flores CIE (7x): degradação da prata (flores redondas) e do mínio (morangos); c) verso da flor f. 91 (32x)

Os elementos Pb e Hg foram detectados nos tons avermelhados (flores dos ff. 25, 73 e 91; ver fig. 4.11a), o que pode indicar a presença de mínio e vermelhão; porém, a observação ao microscópio revela a cor laranja sobre a prata e uma laca carmim no contorno inicial e detalhes finais da flor (fig. 4.11b), o que pode tanto indicar uma mistura com baixa proporção de vermelhão como a utilização de um pigmento de prata com mercúrio – como se pode encontrar em diversas receitas de tratados medievais, entre os quais os manuscritos de Jean Le Bègue [53] – sendo necessários mais estudos para esta identificação. Nestes tons avermelhados foram detetados ainda o enxofre, indicando a formação de sulfuretos, e o ouro, mas não foi observada camada de douramento; a migração tem um aspeto metálico (fig. 4.11c).

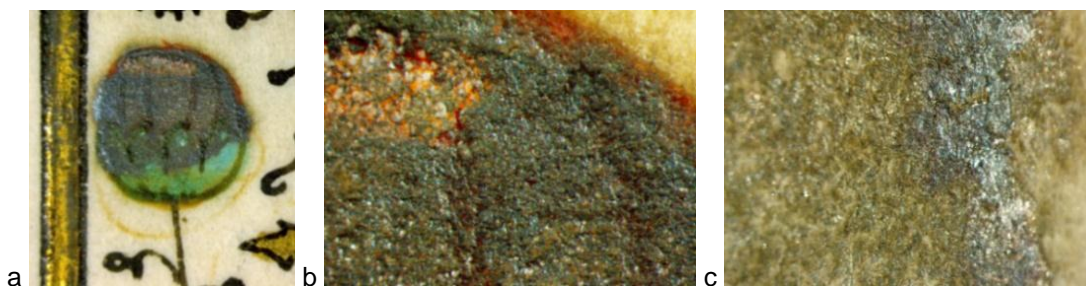


Figura 4.11: a) flor f. 91 (12,5x); b) flor f. 91 (80x) e c) verso (50x)

**b) Mínio.** Além das degradações referidas acima, em que o mínio aparece junto à prata, alguns dos vermelhos de vermelhão e mínio apresentam uma degradação em curso, visível nos tons de cinza; a exemplo dos morangos do fólio 25, parcialmente degradado (fig. 4.12 a e b) e cuja migração para o verso apresenta um tom castanho (fig. 4.10b, 4.12c).



Figura 4.12: a) morango f. 25 (20x) e b) detalhe (63x); c) verso (40x)

**Hipóteses para os dois fenómenos.** Uma das hipóteses é de que a reação envolva o mínio ( $Pb_3O_4$ ) e o sulfureto de hidrogênio do ar ( $H_2S$ ) produzindo sulfureto de chumbo (II), denominado galena ( $PbS$ )<sup>xvii</sup>, [54], de aspeto semelhante ao sulfureto de prata ( $Ag_2S$ ). No entanto, como não se verifica esta degradação nos laranjas de mínio puro, é possível que a mistura com vermelhão, um sulfureto de mercúrio ( $HgS$ ), tenha também um papel neste processo. Os estudos sobre a degradação deste pigmento [20,55] referem a hipótese da influência dos ligantes na estabilidade da cor, atribuindo a deterioração à têmpera de clara de ovo, provavelmente pela presença de enxofre [20,56]. Já a reação de degradação da prata pura ( $Ag_2$ ) ocorre em dois estágios: inicialmente, ela reage com o oxigênio do ar ( $O_2$ ) em presença de humidade, produzindo um óxido de prata ( $Ag_2O$ ), de seguida reage com o enxofre da atmosfera ( $H_2S$ ), produzindo  $Ag_2S$  [45]. Tudo isso mostra que estamos diante de degradações compostas ou complexas, sendo necessário mais estudos para a compreensão dos fenómenos envolvidos.

### 4.3.3 Migração de outros pigmentos



Fig. 4.13: frente e verso de pormenor do f. 73

Observou-se que o dourado de aspeto mate do ouro em pó, presente em elementos como folhas de acanto e flores, apresenta migração de tom amarelo alaranjado para o verso do fólio (fig. 4.13). As zonas de verde e azul que contêm cobre (malaquite e azurite) apresentam em geral uma migração suave de tom esverdeado, mas com intensidade maior na zona

de manuseamento (canto inferior direito) – as quais costumam apresentar certo grau de transparência, provavelmente causada pela penetração de humidade das mãos. Uma hipótese para essas migrações é que os iões metálicos de ouro e cobre se movimentem lentamente pelo pergaminho, espalhando-se e chegando ao verso da pele, como sugere Guineau *et al.*[53] relativamente aos iões de prata.

Outra cor que apresenta migração é a pequena flor púrpura que aparece em várias margens decoradas, como no f. 91 (fig. 4.14), fazendo surgir no verso uma cor castanha alaranjada, o que indica a presença de mónio (sugerida pelo pico intenso de Pb em  $\mu$ -EDXRF).



Figura 4.14: migração do púrpura, f. 45

#### 4.3.4 Destacamento



Figura 4.15: detalhe do rosto da Virgem no f. 25 (25x)

Uma forma de degradação muito presente no Cofre nº31 é o destacamento dos pigmentos, nomeadamente nos brancos e carnações (fig. 4.15) das iluminuras do corpo principal; nas margens ornamentadas, ocorre em algumas das pequenas flores de cor laranja (fig. 4.16a) e rosa; e no azul das capitulares e fins-de-linha, onde chega a ocorrer perda total do pigmento. Este é um problema recorrente em manuscritos iluminados, e podemos atribuí-lo a uma fraca adesão da camada pictórica ao suporte e à perda de coesão entre as partículas, conforme indicado nos estudos de outros três livros de horas de Mafra [6,21,31]. Os autores apontam como causa o tamanho dos grãos dos pigmentos e a consequente baixa proporção de ligante, especialmente na azurite (fig. 4.16b), fatores que são relacionados aos diferentes métodos de moagem do mineral [57]. No entanto, o estudo de Lawson e Yamazaki-Kleps [58] sugere que o destacamento do branco de chumbo seja devido à interação do pigmento com ligantes específicos, ocorrendo degradação do ligante catalisada pelo carbonato básico de chumbo, referidos por Quandt [59] como clara de ovo ou goma – o que poderia também explicar o fenómeno para a azurite e a malaquite, já que são ambos carbonatos. Contudo, de um modo geral, o destacamento foi agravado pelos fatores mecânicos já referidos no tópico 4.2.



Figura 4.16: a) destacamento do mónio, f.91 (25x); b) detalhe f. 48: abrasão na escrita, no ouro e destacamento do azul; c) erosão na auréola, f. 91

#### 4.3.5 Outros processos: abrasão, erosão e dissolução

A degradação por **abrasão** ou **erosão** dos pigmentos aparece sobretudo nos douramentos, mas também na escrita (fig. 4.16b). Nos douramentos a folha, esse desgaste acabou por deixar a



preparação exposta, a exemplo das linhas de moldura das iluminuras, folhas trilobadas dos *rin-  
ceaux* e auréolas (fig. 4.16c); esses elementos são zonas frágeis devido ao volume da preparação  
combinada à espessura micrométrica da folha de ouro, sujeitando-as a maior atrito.

Sendo as tintas solúveis em água, encontramos em vários fólhos zonas com  
**dissolução** e espalhamento da tinta por contato com humidade e arraste, como  
nas margens e na inicial figurada com a imagem de Santa Catarina (fig. 4.17),  
sendo indício de um maior manuseio desses fólhos pelo possuidor do  
manuscrito, constituindo, deste modo, marcas de uso.



Figura 4.17:  
dissolução, f. 147v

#### 4.4 Conclusão preliminar

Com relação ao bloco do texto, as duas metodologias de diagnóstico mostraram-se complementares: na avaliação geral, constatamos os danos no pergaminho relacionados ao fólho e à estrutura do códice, enquanto na avaliação pelo protocolo IDAP, chegamos a um nível mais detalhado voltado para o fólho e áreas específicas. Os resultados obtidos em conjunto evidenciam que os maiores problemas encontrados neste manuscrito são, com relação ao bloco do texto, as deformações e sujidades ligeiras (presentes em 100% dos fólhos) e descolorações (presença de manchas ou alteração de cor em 97% dos fólhos), e com relação aos materiais aplicados, os danos na iluminura em 94% dos fólhos. Dos danos na iluminura, a oxidação da prata e do mínio e o destacamento dos pigmentos constituem os principais problemas, sendo que as maiores perdas se concentram na parte principal do manuscrito (As Horas da Virgem); para o diagnóstico mais preciso desses danos, recorreremos às técnicas de exame e análise elementar e molecular. No entanto, até o momento não há métodos de intervenção seguros e reversíveis para a intervenção na camada pictórica<sup>xviii</sup>. Assim, a solução de preservação será a intervenção de conservação e restauro com enfoque na encadernação, o que também resultará na preservação da iluminura, como veremos no capítulo a seguir.

## 5. Tratamento de conservação e restauro

### 5.1 Decisão de intervenção

Devido aos problemas apontados no diagnóstico, foi necessário proceder a um tratamento de conservação e restauro integral do códice, que incluiu intervenção mínima no corpo do livro e a recuperação integral da encadernação. Com esta medida pretendeu-se contribuir para a estabilização do corpo do livro e da camada pictórica (texto e iluminura), sem, contudo, intervir diretamente na mesma, dada a irreversibilidade de qualquer tratamento. Assim, pautando-se pelos princípios da intervenção mínima e da reversibilidade das técnicas e materiais, a intervenção contemplou a higienização completa do códice e o reforço dos festos para sustentação de uma nova costura. Com relação à encadernação, a intervenção visou devolver a estabilidade do códice e restituir a função de proteção e manuseio que uma encadernação deve proporcionar, ao mesmo tempo em que se propõe a manutenção dos elementos adicionados ao longo do tempo. Uma vez que não há vestígios da encadernação original, não poderíamos reconstruí-la sem correr o risco de criar um falso histórico, ao passo que manter a atual encadernação é respeitar e preservar a história do bem cultural. Seguiu-se, portanto, a opção adotada na intervenção realizada no Cofre nº 24, já discutida com a equipa responsável pela guarda da coleção [6,31]. Esta opção incluiu a readequação da encadernação atual ao bloco de texto, bem como a inserção de novos fólios de pergaminho nos cadernos onde se verificou a sua remoção, de forma a assinalar esta falta e também devolver ao manuscrito, o equilíbrio perdido. Antes de iniciar o tratamento, procedeu-se à documentação fotográfica completa, de forma a registar o estado de conservação anterior e possibilitar a verificação dos resultados obtidos, e o códice foi acondicionado numa caixa de proteção de cartão *acid-free*<sup>xix</sup>. Os materiais utilizados atendem aos requisitos de estabilidade e encontram-se descritos no ANEXO 6.

### 5.2 Etapas da intervenção

Neste capítulo, passamos ao relatório comentado das intervenções efetuadas no bloco do texto e na encadernação, bem como das intervenções a realizar na sequência da conclusão desta dissertação. A sequência fotográfica completa das etapas encontra-se no ANEXO 6.



Figura 5.1: limpeza de sujidade superficial

**Desmantelamento e limpeza mecânica.** O primeiro procedimento consistiu numa higienização geral com trincha larga de pelos macios nos cortes e na parte interna das pastas (seixas e guardas). De seguida procedeu-se ao desmantelamento, efetuando a separação entre o bloco e a encadernação e entre os bifólios dos cadernos, através do corte das linhas de costura, aplicação de força mecânica e pontualmente com o auxílio de uma solução de água destilada e

etanol (1:1) para solubilizar a cola animal da lombada. Na sequência realizou-se, fôlio a fôlio, a remoção de sujidades superficiais com trincha (fig. 5.1) e *Smoke Sponge*®, e limpeza dos fôlios com fungos por aspiração em câmara de fluxo laminar com aspirador equipado com filtro HEPA. Posteriormente, fez-se a remoção pontual de sujidades aderidas com auxílio de instrumentos de ponta como o bisturi.

**Consolidação superficial.** Devido ao mau estado de conservação do couro e dos douramentos da encadernação, foi necessário consolidá-los através da aplicação de hidroxipropilcelulose (a 2% em etanol), ajudando a manter a coesão superficial das fibras da pele e ao mesmo tempo isolando-a da humidade necessária ao tratamento de remoção das guardas.



Figura 5.2: teste de solubilidade das tintas

**Limpeza mecânica e semi-aquosa.** A remoção da cola animal utilizada na encadernação foi feita primeiramente a seco e, quando necessário, com solventes (água e etanol 50:50), aplicado com cotonete humedecido. A remoção da guarda espelho traseira requereu um teste de solubilidade das tintas das inscrições, que revelou a reação de uma das tintas à água e à solução de água e etanol; assim, para se poder proceder ao banho de limpeza, fez-se uma remoção do excesso de tinta com aplicação local dos referidos solventes e pressão com papel de filtro, repetidas vezes, até não haver mais dissolução das tintas (fig. 5.2). Posteriormente, procedeu-se à remoção da guarda-espelho e das etiquetas, em princípio apenas com a solução de água e etanol, e depois com gel de MHEC<sup>xx</sup> (a 3% em água e etanol 70:30) para melhor eficácia [60].



Figura 5.3: banho de limpeza

**Limpeza mecânica e aquosa das guardas.** A limpeza das guardas foi precedida das medições de colorimetria (ver ANEXO 7) e de pH para comparação dos resultados após a intervenção. Foi realizada a remoção de colas, fibras de papelão e papéis colados por método a seco e por via aquosa, durante o banho de limpeza, com água destilada à temperatura ambiente (24°C) e a 40°C (fig. 5.3) para melhor eficácia. Como um pH inicial de 7,5 nas guardas e 8 na água destilada, o resultado final ficou em torno de 7,7 (o que dispensa a alcalinização com hidróxido de cálcio em solução para a criação de reserva alcalina).

**Reforço dos festos e de zonas fragilizadas.** Devido ao desgaste causado pela costura, criaram-se lacunas nos festos dos bifólios tornando-se necessário reforçar toda esta zona e ao mesmo tempo preencher as lacunas com tiras de pergaminho e de colagénio sintético – aplicados nos bifólios externos e internos dos cadernos, respetivamente, de forma a minimizar o acréscimo de espessura ao bloco de texto, mas promovendo resistência suficiente à tração da nova costura (fig. 5.4). O preparo das tiras de pergaminho (de cor branca, especial para restauro) incluiu a redução da espessura e das margens, enquanto o das tiras de colagénio sintético



Figura 5.4: festo reforçado com pergaminho

envolveu apenas a alcalinização com solução diluída de hidróxido de cálcio e o recorte das margens. A aplicação, em ambos os casos, foi feita com adesivo de amido de trigo puro preparado com água destilada (a 20% p/v). Alguns rasgões no pergaminho do manuscrito foram também consolidados com colagénio sintético.



Figura 5.5 ondulações e curvatura do festo

Figura 5.5 ondulações e curvatura do festo

Devido à tendência natural do pergaminho para enrolar e se movimentar de acordo com as variações de humidade relativa, foi necessário manter os fólhos sob peso controlado durante todo o tratamento. Durante o acondicionamento na reserva, os cadernos foram mantidos entre tábuas e folhas de mataborrão. Cada caderno foi protegido por

**Planificação dos cadernos.** Devido à tendência natural do pergaminho para enrolar e se movimentar de acordo com as variações de humidade relativa, foi necessário manter os fólhos sob peso controlado durante todo o tratamento. Durante o acondicionamento na reserva, os cadernos foram mantidos entre tábuas e folhas de mataborrão. Cada caderno foi protegido por folha de não-tecido de poliéster (Reemay®). Após o tratamento de reforço, os festos foram submetidos a um

tratamento de planificação, de modo a atenuar a curvatura excessiva dos festos dos cadernos iniciais e finais adquirida com a reencadernação (fig. 5.5). Este tratamento consistiu na aplicação de humidade ligeira com um humidificador ultrassónico, que resulta no relaxamento do pergaminho na zona do festo. De seguida o pergaminho foi guardado sob peso controlado.



Figura 5.6: cobertura dividida em 3 partes

**Tratamento da encadernação.** A cobertura já parcialmente fendida foi separada em três partes – anterior, posterior e lombada (fig. 5.6) – de modo a proceder-se ao seu ajustamento relativamente à espessura da lombada do bloco de texto, devido não só aos acréscimos de pergaminho novo, mas também à própria necessidade de uma encadernação menos apertada, evitando tensão excessiva.

### 5.3 Etapas a realizar

**Confeção de fólhos de substituição.** Conforme discutido no tópico 5.1, as faltas de fólhos ou bifólhos serão assinaladas através da inserção de novos fólhos de pergaminho, facilmente distinguíveis do original, visando restabelecer o equilíbrio do bloco de texto e completando os cadernos truncados: nº XIII, XIX e XXIII.

**Costura.** A nova costura será feita seguindo o mapeamento feito no início da desmontagem do bloco (esquema no ANEXO 2). Será utilizada linha de linho branca e nervos de cânhamo, tal como foi encontrado na encadernação atual do manuscrito.

**Preenchimento de lacunas e reforço das guardas.** Após o tratamento aquoso, será necessário proceder à obturação das lacunas com polpa de papel e ao remendo de rasgões e reforço total dos bifólhos das guardas espelho com papel japonês; posteriormente as guardas serão costuradas e as guardas espelho coladas nas pastas.

**Empastamento.** As antigas pastas serão planificadas, a pele da encadernação levantada ao longo da charneira e os novos nervos empastados, sendo inseridos nos furos já existentes das pastas de modo a criar a união entre os elementos.

**Cobertura da encadernação.** Por se encontrar em mau estado de conservação, a cobertura deverá ser reforçada ao longo da lombada, com uma nova pele, similar em origem e aparência (pele de bezerro de cor castanha). A preparação da pele será feita com chiframento das extremidades e de seguida colada sobre a lombada; posteriormente a antiga pele original da lombada será colada sobre ela, com adesivo de amido puro, assim como as áreas levantadas das pastas ao longo das charneiras.

**Acondicionamento.** Como etapa final, será feita uma caixa de acondicionamento sob medida para o códice, com material inerte, leve e com reserva alcalina, como o cartão Grey/White, de uso já consolidado na área de conservação e restauro. Esta caixa deverá prover proteção ao objeto restaurado, de modo a evitar a entrada de poeira, minimizar as flutuações de temperatura e humidade relativa e também manterá a encadernação sob ligeira pressão, evitando a movimentação do pergaminho.

**Documentação fotográfica final e colorimetria.** Para registo e verificação dos resultados, será feita nova documentação e colorimetria nas guardas.

## **5.4 Proposta de conservação preventiva**

A conservação preventiva pode ser definida como um conjunto de ações para evitar e minimizar a deterioração dos bens culturais, promovida através da implementação de medidas que abrangem controlo ambiental, controlo integrado de pragas (insetos, roedores e outros animais nocivos) e gestão de riscos, envolvendo o controlo de temperatura (T) e humidade relativa (HR), entrada de poluentes atmosféricos e radiação, higienização do ambiente, acondicionamento, exposição, transporte, uso, preparação contra emergências e catástrofes, treinamento de equipas e orientação ao público, entre outras ações [61].

No caso específico de um objeto como um livro de horas, devemos ter em conta a sua composição mista, em que cada material possui um EMC (teor de humidade em equilíbrio) [33] e, portanto, é afetado de forma diferente, requerendo uma abordagem abrangente. Assim, os parâmetros de T e HR de 18-20°C e 45-55% são recomendados para manter a estabilidade de artefatos higroscópicos, como papel, couro e pergaminho em climas temperados [62], devendo ser evitadas grandes variações. Embora o aumento da temperatura acelere a velocidade das reações químicas envolvidas na deterioração, a humidade é crucial, pois o seu excesso pode causar a deformação do pergaminho e do papel, a reação com tintas e pigmentos e a germinação dos esporos de fungos; valores inferiores ao mínimo podem causar ressecamento, tornando os materiais rígidos, quebradiços e sofrer alterações dimensionais, o que por sua vez pode causar o destacamento dos pigmentos. A radiação, quer sob a forma de luz visível ou de ultravioleta, é



nociva principalmente para os pigmentos orgânicos, mais sensíveis à foto-oxidação. Por esse motivo, a exposição deve ser reduzida aos valores mínimos (50 lux) e utilizados filtros UV [62-63]. Para a manutenção das condições ideais, um importante fator a ter em conta é o edifício do Palácio Nacional de Maфра, construído no século XVIII, cujas paredes espessas contribuem para a estabilidade do clima no seu interior<sup>xxi</sup>.

Além dessa proteção, destaca-se o próprio cofre em que voltará a ser guardado, bem como o acondicionamento: a caixa, já referida na seção do tratamento, é uma solução que proporciona um microclima, reduzindo as possíveis flutuações de T e HR, ao mesmo tempo em que facilita o transporte e evita o manuseamento direto do código. O primeiro nível de proteção, contudo, será conferido pela encadernação restaurada, por se constituir numa contenção física e promover condições de manuseamento seguro.

Por fim, considerando que um dos fatores que aceleram a deterioração é o uso (ou seja, o manuseio do código e consequente exposição à luz), é recomendável que o acesso ao objeto restaurado seja restrito aos casos especiais, promovendo o acesso ao conteúdo através de uma reprodução digital e/ou de fac-símile, como já vem sendo feito em bibliotecas com acervos raros, como a Biblioteca Nacional do Brasil e a de Portugal [64-65].



## 6. Conclusão e considerações finais

---

O livro de horas Cofre nº 31 foi estudado nos seus aspetos materiais e passou por um processo de intervenção (ainda em curso ao tempo da apresentação desta tese) com o fim de lhe devolver a estabilidade perdida ao longo de sua existência, contribuindo para a sua preservação. Inicialmente, foi levado a cabo um amplo diagnóstico do seu estado de conservação para o qual se aplicou, de forma experimental, o protocolo IDAP na análise do pergaminho. Os resultados obtidos nos forneceram tanto uma quantificação dos danos, dando uma visão geral do estado de degradação do manuscrito, como uma análise aprofundada e identificação de patologias próprias desse tipo de suporte, permitindo fazer correlações com os textos mais manuseados. No entanto, verificámos que a aplicação numa amostra relativamente numerosa gerou um grande número de dados<sup>xxii</sup>, exigindo muito tempo para o seu tratamento total, mostrando-se, desta forma, muito pouco prática – fazendo-se necessário o aprimoramento da metodologia de computação dos dados de modo a melhorar a sua aplicação. Para além disso, uma futura aplicação da terceira parte do IDAP, referente à microanálise do pergaminho, poderia nos dar informações sobre o real estado de degradação das fibras de colagénio. Também como parte integrante do diagnóstico das causas de deterioração, a pesquisa de micro-organismos sobre as manchas no pergaminho e no papel de guarda contribuiu para a identificação da presença de esporos de fungos, levando a medidas de controlo (limpeza e conservação preventiva).

A paleta molecular do manuscrito foi identificada, estando em concordância com a paleta já conhecida dos manuscritos iluminados deste período (ver o ANEXO 3.2). No entanto, constitui uma singularidade deste manuscrito, entre os estudados até então, a forma de construção de algumas cores, nomeadamente a aplicação de prata sobre ouro, a aplicação de velaturas de índigo, lápis-lazúli, lacas orgânicas e ainda de mínio e vermelhão. As sobreposições são frequentes, ocorrendo tanto com pigmentos opacos como o lápis-lazúli sobre a azurite quanto com os transparentes, como os vermelhos e verdes orgânicos. São comuns também as misturas, como a de mínio e vermelhão. Para além disso, algumas diferenças se fizeram notar no uso das cores nos vários fólios analisados: enquanto nas iluminuras do corpo principal encontramos, por exemplo, laranjas e vermelhos de mínio e de misturas de mínio e vermelhão, nos fólios finais (147v, 153 e 160) encontramos apenas o vermelhão; e também a ausência de lápis-lazúli, bem como algumas diferenças nos resultados das análises dos mesmos pigmentos, por exemplo, levam a concluir existirem diferentes paletas e formas de aplicação da cor. Face a estes resultados e em consonância com os estudos de história da arte, podemos reunir as iluminuras deste manuscrito em três grupos, correspondendo a três iluminadores e três momentos diferentes: o das iluminuras do corpo original (ff. 25, 73 e 91), o das iniciais figuradas dos Sufrágios dos Santos (a que pertence o f. 147v) e por fim o grupo das iluminuras das Orações à Virgem (às quais pertencem os fólios 153 e 160).

Com relação à degradação dos pigmentos, a oxidação da prata associada à degradação do mínio, presente em pequenas flores e elementos decorativos, constitui uma patologia pouco

comum em livros de horas, embora seja comum encontrá-las em separado. O produto negro composto por sulfuretos de prata e de chumbo altera o aspeto da imagem, invertendo o eventual efeito de luz pretendido pelo artista, e trespassa o pergaminho de forma intensa, sugerindo que esta associação seja um agravante da degradação. Este fenómeno merece, pela sua peculiaridade, a continuidade das investigações estendendo-a a outros manuscritos iluminados e fazendo reconstruções destas misturas de prata e pigmentos. A segunda forma de degradação verificada, mais extensa, é o destacamento dos pigmentos, principalmente da azurite aplicada sobretudo nos fins-de-linha, fundos de capitulares e flores: o tamanho dos grãos dos pigmentos, em combinação com a interação com o ligante proteico são as explicações mais prováveis para este fenómeno, sendo ainda necessário prosseguir nesta investigação. Outra interessante descoberta foi a pequena meia-cana encontrada entre os fólhos do manuscrito, podendo vir a contribuir para o conhecimento da história dos materiais e técnicas de produção de manuscritos medievais.

Relativamente ao tratamento de conservação e restauro do códice, uma intervenção necessária devido ao mau estado de conservação da encadernação, teve como resultados a remoção de sujidades superficiais, o reforço das zonas de costura e a planificação dos fólhos, e será ainda complementado onde teve fólhos removidos, tornando-o apto a ser novamente costurado e reencadernado. A encadernação, por sua vez, foi limpa e consolidada, estando em curso de restauro; após sua conclusão, voltará a fazer parte do códice como testemunho de sua história. Salienta-se que as decisões relativas à manutenção da encadernação e à complementação dos fólhos em falta foram tomadas tendo por base não só as necessidades do próprio códice, mas também a sua compatibilidade com as já tomadas no tratamento do Cofre nº 24 pelas equipas do PNM e do DCR, tendo se revelado eficazes.

Por fim, é importante dizer que os resultados obtidos com o estudo deste manuscrito têm por finalidade constituir-se numa contribuição aos estudos já iniciados com os livros de horas da Biblioteca de Mafra, bem como para futuras investigações sobre este tema e para a aplicação em outros manuscritos iluminados – nomeadamente a coleção de livros de horas da Biblioteca Nacional do Brasil, instituição da qual sou servidora e que guarda, desde a sua origem, parte da memória de Portugal. Muitos dos livros de horas desta coleção possuem degradações semelhantes, particularmente a oxidação e migração da prata – a exemplo do luxuoso Livro de Horas de D. Fernando, de origem flamenga e que contém 45 iluminuras, quase todas com prata. O seu estado de degradação mais adiantado, devido às condições de conservação pelas quais passou a coleção da Real Biblioteca desde a viagem marítima até o Rio de Janeiro no século XIX até a sua guarda em cofre na atual sede, proporciona um interessante caso de estudo comparativo. Desta forma, este trabalho constituiu-se numa excelente oportunidade de conhecimento e, ao mesmo tempo, de resgate da memória e de preservação do património para as gerações futuras.

## 7. Bibliografia

---

- [1] A. Lemos, *Os livros de horas iluminados do Palácio Nacional de Mafra*. Lisboa: Instituto de Estudos Medievais/Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa, 2012.
- [2] The IDAP Project, "IDAP Parchment," 2005. [Online]. Available: <https://www.idap-parchment.dk/>. [Accessed: 28-Jul-2015].
- [3] R. S. Wieck, *Time Sanctified: The Book of Hours in Medieval Art and Life*. New York; Baltimore: George Brazillier; The Walters Art Museum, 1988.
- [4] C. De Hamel, *A History of Illuminated Manuscripts*. Oxford: Phaidon Press Limited, 1986.
- [5] J. H. Marrow, *As Horas de Margarida de Cleves*. Lisboa: Museu Calouste Gulbenkian, 1995.
- [6] A. R. Araújo, "Os Livros de Horas (séc. XV) na colecção do Palácio Nacional de Mafra: estudo e conservação," dissertação de mestrado, Depart. Conserv. e Restauro, Fac. Ciências e Tecnologia, Univ. Nova de Lisboa, 2012.
- [7] R. Wieck, *Painted Prayers: The Book of Hours in Medieval Art and Life*. New York: George Brazillier: The Pierpoint Morgan Library, 1997.
- [8] P. Perdrizet, *Le Calendrier Parisien à la fin du moyen âge, d'après le bréviaire et les livres d'heures*. Paris: Les Belles Lettres, 1933.
- [9] A. L. Marques, "Estudos portugueses sobre as artes do Livro," *Arte Teor.*, vol. 8, pp. 265–277, 2006.
- [10] M. J. Gandra, "Cronobiblioteca," *Monumento de Mafra Virtual*. [Online]. Available: <http://www.cesdies.net/monumento-de-mafra-virtual/cronobiblioteca>. [Accessed: 30-Jun-2015].
- [11] DCR/FCT/UNL, "Base de dados de FORS." Monte da Caparica.
- [12] "Fiber Optics Reflectance Spectra (FORS) of Pictorial Materials in the 270-1700 nm range." [Online]. Available: <http://fors.ifac.cnr.it>. [Accessed: 19-Aug-2015].
- [13] "IRUG Spectral Database." [Online]. Available: [www.irug.org](http://www.irug.org). [Accessed: 19-Aug-2015].
- [14] C. Bisulca, M. Picollo, M. Bacci, and D. Kunzelman, "Uv-Vis-Nir Reflectance Spectroscopy of Red Lakes in Paintings," *9th Int. Conf. NDT Art, Jerusalem, Isr. 25-30 May 2008*, no. May, pp. 1–7, 2008.
- [15] M. Aceto, A. Agostino, G. Fenoglio, A. Idone, M. Gulmini, M. Picollo, P. Ricciardi, and J. K. Delaney, "Characterisation of colourants on illuminated manuscripts by portable fibre optic UV-visible-NIR reflectance spectrophotometry," *Anal. Methods, R. Soc. Chem.*, vol. 6, no. 5, pp. 1488–1500, 2014.
- [16] A. Cosentino, "FORS Spectral Database of Historical Pigments in Different Binders," *E-conservation J.*, no. 2, pp. 1–6, 2014.
- [17] J. K. Delaney, P. Ricciardi, L. D. Glinsman, M. Facini, M. Thoury, M. Palmer, and E. R. D. La Rie, "Use of imaging spectroscopy, fiber optic reflectance spectroscopy, and X-ray fluorescence to map and identify pigments in illuminated manuscripts," *Stud. Conserv.*, vol. 59, no. 2, pp. 91–101, 2014.
- [18] M. Guerra, M. Manso, S. Pessanha, A. Le Gac, S. Longelin, A. Guilherme, M. Gil, A. I. Seruya, and M. L. Carvalho, "X-Ray Fluorescence Spectrometry as a Diagnostic Tool in Characterization and Conservation of Manueline Illuminated Manuscripts," in *Cultural Heritage: Protection, Developments and International Perspectives*, P. Frediani, Ed. New York: Nova Science Publishers, 2013, pp. 235–256.
- [19] M. Manso, A. Le Gac, S. Longelin, S. Pessanha, J. C. Frade, M. Guerra, A. J. Candeias, and M. L. Carvalho, "Spectroscopic characterization of a masterpiece: The

Manueline foral charter of Sintra,” *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.*, vol. 105, pp. 288–296, 2013.

[20] J. M. P. Cabral, “História Breve dos Pigmentos: das Artes da Idade Média (1ª parte),” *Química*, no. 103, pp. 33–44, 2006.

[21] M. J. Melo, R. Araújo, and V. S. F. Muralha, “O que nos dizem os materiais da cor sobre os livros de horas do Palácio Nacional de Mafra?,” in *Os Livros de Horas Iluminados do Palácio Nacional de Mafra*, A. Lemos, Ed. Lisboa: Instituto de Estudos Medievais da FCSH-UNL; Palácio Nacional de Mafra, 2012, pp. 103–115.

[22] M. J. Melo, V. Otero, T. Vitorino, R. Araújo, V. S. F. Muralha, A. Lemos, and M. Picollo, “A spectroscopic study of brazilwood paints in medieval books of hours,” *Appl. Spectrosc.*, vol. 68, no. 4, pp. 434–43, 2014.

[23] T. M. Vitorino, “A Closer Look at Brazilwood and its Lake Pigments A Closer Look at Brazilwood and its Lake Pigments,” Universidade Nova de Lisboa, 2012.

[24] I. Villela-Petit, “Brésil et autres rouges: dix recettes de laque médiévales,” *Technè - Rev. du Lab. Rech. des Musées Fr.*, vol. La couleur, no. 4, pp. 68–73, 1996.

[25] P. Roger, I. Villela-Petit, and S. Vandroy, “Les laques de brésil dans l’enluminure médiévale: reconstitution à partir de recettes anciennes,” *Stud. Conserv.*, vol. 48, no. 3, pp. 155–170, 2003.

[26] K. P. Whithley, *The Gilded Page: the history and technique of manuscript gilding*. New Castle ; London: Oak Knoll Press; British Library, 2000.

[27] M. Clarke, *Mediaeval Painters’ Materials and Techniques: The Montpellier Liber diversarum arcium*. London: Archetype Publications, 2011.

[28] I. I. S. de A. dos S. Correia, “Estudo Arqueológico dos Códices Iluminados do Fundo Laurbanense: As Intervenções de Conservação num Corpus Medieval,” tese de doutoramento, Depart. História da Arte, Fac. Ciênc. Soc. e Humanas, Univ. Nova de Lisboa, 2015.

[29] G. Sharma, *Digital Color Imaging Handbook*, 2nd. ed. CRC Press, 2003.

[30] L. Gyles and I. Maver, “Conserving eleven late Mediaeval manuscripts for Liverpool University,” in *Works of art on paper: books, documents and photographs: techniques and conservation: contributions to the Baltimore Congress, 2-6 September 2002*, 2002, no. December, pp. 88–91.

[31] R. Araújo, C. Casanova, M. J. Melo, and A. Lemos, “Ethical and Technical Concerns During the Conservation Process of a Religious Book : The Book Of Hours From the Library of Palácio Nacional de Mafra,” *Eur. J. Sci. Theol.*, vol. 11, no. 2, pp. 129–140, 2015.

[32] J. A. Szirmai, *The Archaeology of Medieval Bookbinding*. United Kingdom: Ashgate, 1999.

[33] M.-L. Florian, *Heritage Eaters: Insects & Fungi in Heritage Collections*. London: James & James Ltd, 1997.

[34] N. M. C. P. M. Mesquita, “Identification and control of fungal contamination in ancient heritage documents,” tese de doutoramento, Depart. de Ciências da Vida, Fac. de Ciências e Tecnologia, Univ. de Coimbra, 2013.

[35] L. Kraková, K. Chovanová, S. a. Selim, A. Šimonovičová, A. Puškarová, A. Maková, and D. Pangallo, “A multiphasic approach for investigation of the microbial diversity and its biodegradative abilities in historical paper and parchment documents,” *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, vol. 70, pp. 117–125, 2012.

[36] M. Clarke, “The analysis of medieval European manuscripts,” *Rev. Conserv.*, no. 2, pp. 3–17, 2001.

[37] A. Lemos, R. Araújo, C. Casanova, M. J. Melo, and V. S. F. Muralha, “Regards croisés des historiens de l’art et des chimistes sur deux livres d’Heures de la Bibliothèque nationale du Portugal, les mss IL15 et IL19,” *Brepols Publ.*, no. Portuguese Studies on Medieval Illuminated Manuscripts. New Approaches and Methodologies, ed. Alicia Miguelez, pp. 145–168, 2014.

- [38] H. Águas, R. J. C. Silva, M. Viegas, L. Pereira, E. Fortunato, and R. Martins, "Study of environmental degradation of silver surface," in *4th International Conference on Spectroscopic Ellipsometry*, 2007, pp. 2–5.
- [39] I. Martina, R. Wiesinger, and M. Schreiner, "Micro-Raman Characterisation of Silver Corrosion Products : Instrumental Set Up and Reference," *e-Preservation Sci.*, vol. 9, pp. 1–8, 2012.
- [40] V. Daniels, "Plasma Reduction of Silver Tarnish on Daguerreotypes," *Stud. Conserv.*, vol. 26, no. 2, pp. 45–49, 1981.
- [41] I. Turovets, M. Maggen, and a Lewis, "Cleaning of daguerreotypes with an excimer laser," *Stud. Conserv.*, vol. 43, no. 2, pp. 89–100, 1998.
- [42] A. V Daniels, S. Studies, and N. May, "Plasma Reduction of Silver Tarnish on Daguerreotypes Published by: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works," vol. 26, no. 2, pp. 45–49, 2010.
- [43] M. Boselli, C. Chiavari, V. Colombo, E. Ghedini, M. Gherardi, C. Martini, F. Rotundo, A. Mater, and S. Bologna, "Atmospheric pressure non-thermal plasma cleaning of 19 th century daguerreotypes."
- [44] I. D. & N. a N. D. Macleod and N. a. North, "Conservation of Corroded Silver," *Stud. Conserv.*, vol. 24, no. 4, pp. 165–170, 1979.
- [45] V. Costa, "The Deterioration of Silver Alloys and Some Aspects of their Conservation," *Rev. Conserv.*, no. 2, pp. 18–34, 2001.
- [46] P. C. M. D. Homem, "Corrosão Atmosférica da Prata: Monitorização e Perspetivas de Conservação Preventiva," tese de doutoramento, Fac. de Letras, Univ. do Porto, 2013.
- [47] A. Burmester, J. Koller, and H. Kawinski, "The Munich Dürer attack: the removal of sulphuric acid and acid compounds by use of a conditioned ion-exchange resin.," *Cleaning, retouching coatings Technol. Pract. easel Paint. polychrome Sculpt. Prepr. Contrib. to Brussels Congr. 3-7 Sept. 1990*, no. April 1988, pp. 177–183, 1990.
- [48] N. Turner, "Illuminare: the uses and embellishment of gold and other metallic leaf and inks in medieval and Renaissance manuscript painting." DCR/IHA/UNL, Lisboa, 2009.
- [49] M. Boss and L. Watteeuw, "Research and analyses of a 14th century illuminated Bible from Naples," in *Encontro Interino do Graphic Documents Working Group (6-8-out-2010, Royal Library of Denmark)*, 2010, pp. 73–76.
- [50] M. Boss and L. Watteeuw, "Inside an early 14th century Franciscan Antiphonary: Documentation and Analyses of a Flemish Choir book," in: *Art Technical Research & the Illuminated Manuscript*, Brussels, KIK-IRPA, 5 June 2014.
- [51] M. Boss and L. Watteeuw, "Analysis of the Anjou Bible," *Rev. História da Arte*, vol. 1, no. Série W, pp. 193–204, 2011.
- [52] J. Van der Stock and L. Watteeuw, "Research and conservation of the Anjou Bible." [Online]. Available: [http://www.kikirpa.be/uploads/files/projects/display\\_project.php?id=76&lang=en](http://www.kikirpa.be/uploads/files/projects/display_project.php?id=76&lang=en). [Accessed: 26-Jul-2015].
- [53] B. Guineau, I. Villela-Petit, R. Akrich, and J. Vezin, "Painting techniques in the Boucicaut Hours and in Jacques Coene's colour recipes as found in Jean Lebègue's Libri Colorum," *Stud. Conserv.*, vol. 43, no. Supplement-1, pp. 51–54, 1998.
- [54] C. Miguel, A. Claro, A. P. Gonçalves, V. S. F. Muralha, and M. J. Melo, "A study on red lead degradation in a medieval manuscript Lorrão Apocalypse (1189)," *J. Raman Spectrosc.*, vol. 40, no. 12, pp. 1966–1973, 2009.
- [55] D. Saunders and J. Kirby, "The effect of relative humidity on artists' pigments," *Natl. Gall. Tech. Bull.*, vol. 25, pp. 62–72, 2004.
- [56] R. Nöller, "Cinnabar reviewed : characterization of the red pigment and its reactions," *Stud. Conserv.*, vol. 60, no. 2, pp. 79–87, 2015.

- [57] J. R. J. Van Asperen de Boer, "An Examination of Particle Size Distributions of Azurite and Natural Ultramarine in Some Early Netherlandish Paintings," *Stud. Conserv.*, vol. 19, pp. 233–243, 1974.
- [58] M. Lawson and A. Yamazaki-Kleps, "Examination and conservation of the fifteenth-century parchment manuscript, the Belles Heures of Jean, Duke of Berry," in *Works of art on paper: books, documents and photographs: techniques and conservation: contributions to the Baltimore Congress, 2-6 September 2002*, 2002, pp. 129–134.
- [59] A. B. Quandt, "Recent Developments in the Conservation of Parchment Manuscripts," *B. Pap. Gr. Annu. Am. Inst. Conserv.*, vol. 15, 1996.
- [60] J. Tacón Clavaín, *La Restauración en Libros y Documentos: técnicas de intervención*. Madrid: Ollero y Ramos, 2009.
- [61] International Council of Museums - Committee for Conservation, "Terminology to characterize the conservation of tangible cultural heritage." [Online]. Available: <http://www.icom-cc.org/242/about-icom-cc/what-is-conservation/#.VfWRERFViko>. [Accessed: 01-Jan-2015].
- [62] Canadian Conservation Institute, "Basic Care of Books," Ottawa, 1995.
- [63] M. Kite and R. Thomson, *Conservation of leather and related materials*. Butterworths/Elsevier, 2006.
- [64] Brasil. Fundação Biblioteca Nacional, "Biblioteca Nacional Digital." [Online]. Available: <http://bndigital.bn.br/>. [Accessed: 01-Jan-2015].
- [65] Biblioteca Nacional de Portugal, "Biblioteca Nacional Digital." [Online]. Available: <http://purl.pt/index/geral/PT/index.html>. [Accessed: 01-Jan-2015].
- [66] J. van Engen, *Sisters and Brothers of the Common Life: The Devotio Moderna and the World of the Later Middle Ages*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2008.
- [67] E. Ruiz García, "O Portet Semper Orare," in *Mysterium Admirabile: el tiempo de navidad en los libros de horas de la Fundación Lázaro Galdiano*, Madrid: Fundación Lázaro Galdiano, 2011, pp. 21–35.
- [68] F. Magistro, D. Majolino, P. Migliardo, R. Ponterio, and M. T. Rodriguez, "Confocal Raman spectroscopic study of painted medieval manuscripts," *J. Cult. Herit.*, vol. 2, no. 3, pp. 191–198, 2001.
- [69] "Climate-Data.Org." [Online]. Available: <http://pt.climate-data.org/location/7053/>. [Accessed: 18-Aug-2015].



## ANEXO 1 – Ficha de diagnóstico

### A) DADOS E CARACTERIZAÇÃO

1. Identificação	
<b>Título:</b> Livro de horas Cofre nº 31	<b>Categoria de bem cultural:</b> documento gráfico
<b>Tipologia:</b> códice manuscrito e iluminado / livro de horas	<b>Autoria:</b> desconhecida
<b>Local de produção:</b> Paris, França	<b>Época:</b> Corpo: século XV (ca. de 1440-1490) Encadernação: final do século XVIII/início do XIX
<b>Instituição proprietária:</b> Biblioteca do Palácio Nacional de Mafra	<b>Cota/Nº de inventário:</b> Cofre nº 31
<b>Carimbos e tipologias:</b> Biblioteca do Palácio Nacional de Mafra – fls. 19r (formato circular, canto superior esquerdo) e 162v (formato retangular, pé de página)	<b>Etiquetas:</b> duas na guarda volante dianteira (canto superior esquerdo, uma sobre a outra); contêm vários números
<b>Dimensões:</b> 182 (altura) x 132 (largura) x 38 (lombada) x 77 (goteira)	<b>Data de entrada no laboratório:</b> 13/2/2015
<b>Data do diagnóstico:</b> 18/2/2015	<b>Data de saída:</b>

2. Encadernação	
<b>Tipo de encadernação:</b> cosida e colada	<b>Tipo de cobertura:</b> inteira de pele (couro)
<b>Tipo de pele e curtimenta:</b> não identificados	<b>Cor:</b> castanha
<b>Decoração:</b> douramento com ferros de motivos florais e cercaduras na lombada; cinco painéis: 1º, 3º e 4º com decoração floral e cercaduras; 2º: rótulo; 5º: rótulo com decoração floral e cercaduras Pastas: vestígios da técnica de ponteadado	<b>Rótulos:</b> dois. Descrição: Rótulo 1: título do livro abreviado em latim e letras romanas: OFFICIVM / PARV. B.V. ( <i>Officium parvum beate Marie Virginis</i> ) Rótulo 2: marca de propriedade da biblioteca em letras romanas: MAFRA
<b>Pastas:</b> em papelão de fibras de linho ou cânhamo (ver fig. A1.1a) Espessura média: 33 mm (pasta dianteira) e 30 mm (pasta traseira), com 45 mm nos cantos e mínima de 28 mm.	<b>Fitolho:</b> de tecido de seda verde (ver fig. A1.1b)

3. Elementos de junção	
<b>Tipo de costura:</b> de 6 pontos (4 nervos e 2 remates) e alternada (francesa) <b>Material:</b> linha de linho (ver Fig. A1.1 a e b) <b>Espessura:</b> 0,3 mm <b>Cor:</b> branca <b>Esquema:</b> (ver Fig. A2.2)	<b>Nervos:</b> de corda; simples <b>Material:</b> cânhamo (ver fig. A1.2c) <b>Cor:</b> bege; <b>Quantidade:</b> 4; <b>Espessura:</b> 2,05 mm (média) <b>Medidas entre nervos:</b> 30, 26 e 30 mm <b>Tipo de empaste:</b> cada nervo entra e sai por dois orifícios e termina em corte reto rente ao papelão
<b>Trancheofilas:</b> duas (partidas) <b>Material:</b> rolo de papel e linhas de linho e de seda (ver Fig. A1.2 a e b) <b>Cores:</b> branca e amarela (desvanecida) <b>Espessura:</b> 1,96 mm	<b>Proteção da costura:</b> tiras de papel e de pergaminho; cor: branca

4. Guardas	
<b>Suporte:</b> papel de fabrico manual	<b>Tipo de fibra:</b> linho ou cânhamo (ver fig. 22)
<b>Cor:</b> branca. Número de fólhos: 1 guarda espelho, 2 volantes dianteiras, 1 meia-guarda; 1 guarda espelho, 3 volantes traseira, 2 meias-guardas.	<b>Marca de água:</b> monograma “G A” (Fig. A1.3c)

5. Corpo do livro	
<b>Suporte:</b> pergaminho tipo velino	<b>Número de fólhos:</b> 162
<b>Dimensões:</b> cerca de 175 x 123 mm	<b>Número de cadernos:</b> 23
<b>Tipo de pele:</b> possivelmente de vaca/bezerro	<b>Cor:</b> amarela/amarela clara
<b>Espessura:</b> cerca de 0,15 mm	<b>Aparo:</b> sim (nos três cortes)
<b>Número de iluminuras:</b> 3 sobre texto de 4 linhas, 7 iniciais figuradas e 9 margens decoradas	<b>Decoração:</b> espargido a vermelho nos cortes de cabeça e goteira; a vermelho e violeta no corte de pé
<b>Texto:</b> manuscrito em letra gótica, 15 a 16 linhas	<b>Tinta de escrever:</b> ferrogálica (ferro, cobre e zinco) de cor castanha ou sépia; a base de carvão, de cor preta; rubricas a vermelho (vermelhão ou laca orgânica)
<b>Ouro:</b> presente em quase todos os fólhos, nomeadamente nas iluminuras, iniciais figuradas, capitulares e subcapitulares	<b>Prata:</b> presente em pormenores das iluminuras dos fólhos 25, 75, 91 e margens decoradas

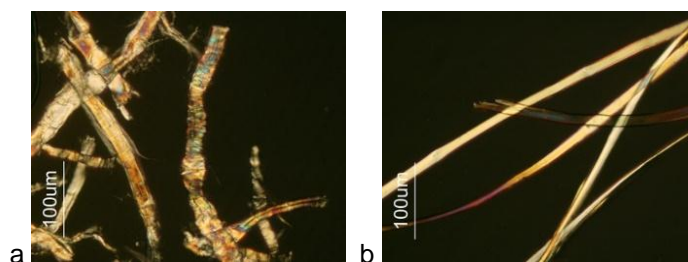


Figura A1.1: a) fibras de linho ou cânhamo do papel das guardas (200x); b) e de fibras de seda do fitilho (200x)

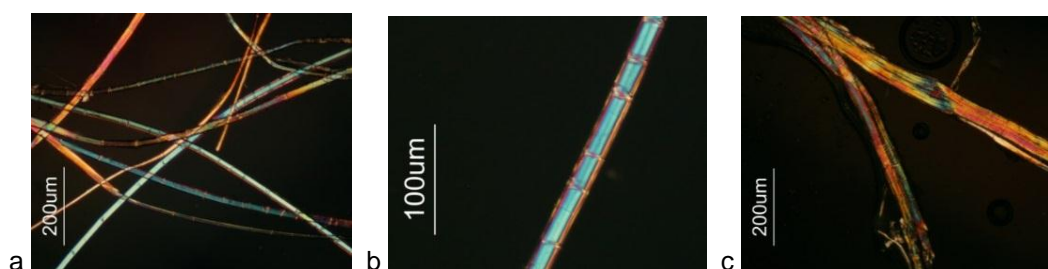


Figura A1.2: a) e b) Microfotografia de fibras de linho da linha de costura (100 e 200x) e c) cânhamo dos nervos (100x)

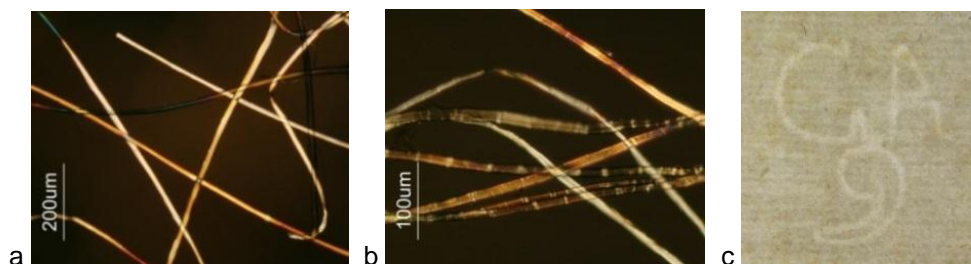


Figura A1.3: a) Microfotografia de fibras de seda da linha amarela (100x); b) de fibras de linho ou cânhamo da linha branca da tranchefila (200x); c) marca de água

## B) ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Graduação: 0 – não se verifica/não se aplica; 1 ligeiro: danos pouco visíveis e/ou ocupando pequena extensão; 2 médio: danos visíveis e/ou ocupando maior extensão; e 3 intenso: danos consideráveis e extensos

### 1. Encadernação: cobertura e pastas

		Su- ji- dade	De- for- mação	Des- gas- te	Des- ta- ca- men- tos	Mossas	Lacu- nas	Fissu- ras
<b>Cober- tura</b>	Pasta diant.	1	2	3	2	1	1	0
	Pasta tras.	1	2	3	2	1	1	0
	Lombada	1	2	2	2	0	2	0
	Charneiras	0	0	2	0	0	0	2
<b>Pastas</b>	Diant. e tras.	0	2	2	0	1	1	0

### 2. Elementos de junção

#### Guardas

Patologias			Su- ji- dade	Ama- re- lem- cim.	Foxing	Oxidação de colas (festos)	Manchas diversas	Lacu- nas	Ondu- lações
<b>Diantei- ras</b>	Guarda espelho	nº 1	2	2	2	3	2	1	0
	Guardas volantes	nº 2	2	1	3	3	1	0	1
		nº 3	1	1	3	3	2	0	1
<b>Trasei- ras</b>	Guardas volantes	nº 4	2	1	3	3	1	0	1
		nº 5	1	1	2	3	1	0	1
		nº 6	2	1	2	3	1	0	1
	Guarda espelho	nº 7	2	2	1	3	2	1	0

#### Outros elementos

	Su- ji- dade	De- for- mação	Desgaste / fadiga	Rompi- mentos	Lacunas / perdas	Perda de cor
<b>Linhas de costura</b>	2	1	3	2	1	0
<b>Nervos</b>	1	1	1	0	0	0
<b>Tranchefilas</b>	3	2	3	3	3	3
<b>Fitolho</b>	1	3	3	3	1	1
<b>Prot. de costura</b>	2	1	2	1	1	0

### 3. Corpo do livro

Suporte x patologias		Fólios lassos (quant.)	Fólios soltos (quant.)	Fólios em falta (quant.)	Sujidade	Ondu- lações/ encarqui- lhamento	Manchas de manu- seamento
<b>Suporte / pergaminho</b>	Cadernos	3 (cad. XIII- XV)	5 (cad. VIII-XII)		2	2	2
	Fólios	23 (11 bif. e 1 fólio sem par)	34 (17 bifólios)	8 (3 bif. + 2 ff.)	2	2	2
	Festos				3	2	0

Camada pictórica x patologias		Desvanecimento	Desgaste / abrasão	Destacamento	Migração	Oxidação/ degradação
<b>Tintas de escrever e regramento</b>	Tinta ferrogálica	1 a 2	0 a 2	0	0 a 3	0 a 3
	Tinta a base de carvão	0	3	0	0	0
	Rubricas e regramento a vermelho	0	0 a 2	0	0	0
	Rubricas e regramento a rosa	?	0 a 2	0	0	0
<b>Iluminuras</b>	Ouro	0	0 a 3	0	2	0
	Prata	0	0	0	3	3
	Outros pigmentos	?	0 a 3	0 a 3	0 a 3	a 3

.....

## ANEXO 2 – Corpo do livro

### A2.1 Breve descrição codicológica

O corpo do livro é formado por 162 fólhos em pergaminho, de cerca de 175 mm por 123 mm, organizados em 23 cadernos constituídos pelo corpo original (do I ao XX) e por um posterior (do XXI ao XXIII), conforme o esquema em 2.2. Contém 3 iluminuras sobre texto de 4 linhas e 7 iniciais figuradas. O texto é manuscrito em letra gótica, com 15 a 16 linhas, em tintas de cor castanha/sépie, preta e vermelha (nas rubricas) [1]. A composição dos cadernos segue a tipologia geral de 4 bifólios (*quaternion*), com algumas exceções, observando-se, após o desmantelamento, que algumas delas são resultantes da remoção de fólhos ou bifólios ocorridas antes da reencadernação. Em consonância com os truncamentos apontados por Ana Lemos [1], detetámos a falta de 2 bifólios no caderno XII, 1 fólho no caderno XIII e de 1 fólho e 1 bifólho no caderno XIX, correspondendo, nos casos assinalados, a uma perda de parte do texto e, muito provavelmente, nos cadernos XII e XIII também à iluminura correspondente à sua abertura. Já os cadernos III e XVIII (corpo original) e XXI e XXIII (adicionados *a posteriori*) foram originalmente concebidos com 2 bifólios; enquanto o XX, que termina em fólho em branco, contém 3 bifólios e 2 fólhos com pestanas, também originais. Por sua vez, o caderno I, correspondente ao calendário, é organizado num caderno único de 6 bifólios (*senion*), conforme a regra usual [2]. As linhas de regramento são em carmim claro ou vermelho (parte dos acrescentos); a punctuação é visível somente em alguns dos acrescentos.

### A2.2 Esquema da costura

	C	R	1	2	3	4	R	P
GD								
I								
II								
III								
IV								
V								
VI								
VII								
VIII								
IX								
X								
XI								
XII								
XIII								
XIV								
XV								
XVI								
XVII								
XVIII								
XIX								
XX								
XXI								
XXII								
XXIII								
GT								

Figura A2. 1: esquema da costura alternada

Legenda:

C: cabeça    GD: guarda dianteira    1 a 4: nervos  
P: pé        GT: guarda traseira    ----- linha  
R: remate    I a XXIII: cadernos

## A2.3 Esquema dos cadernos

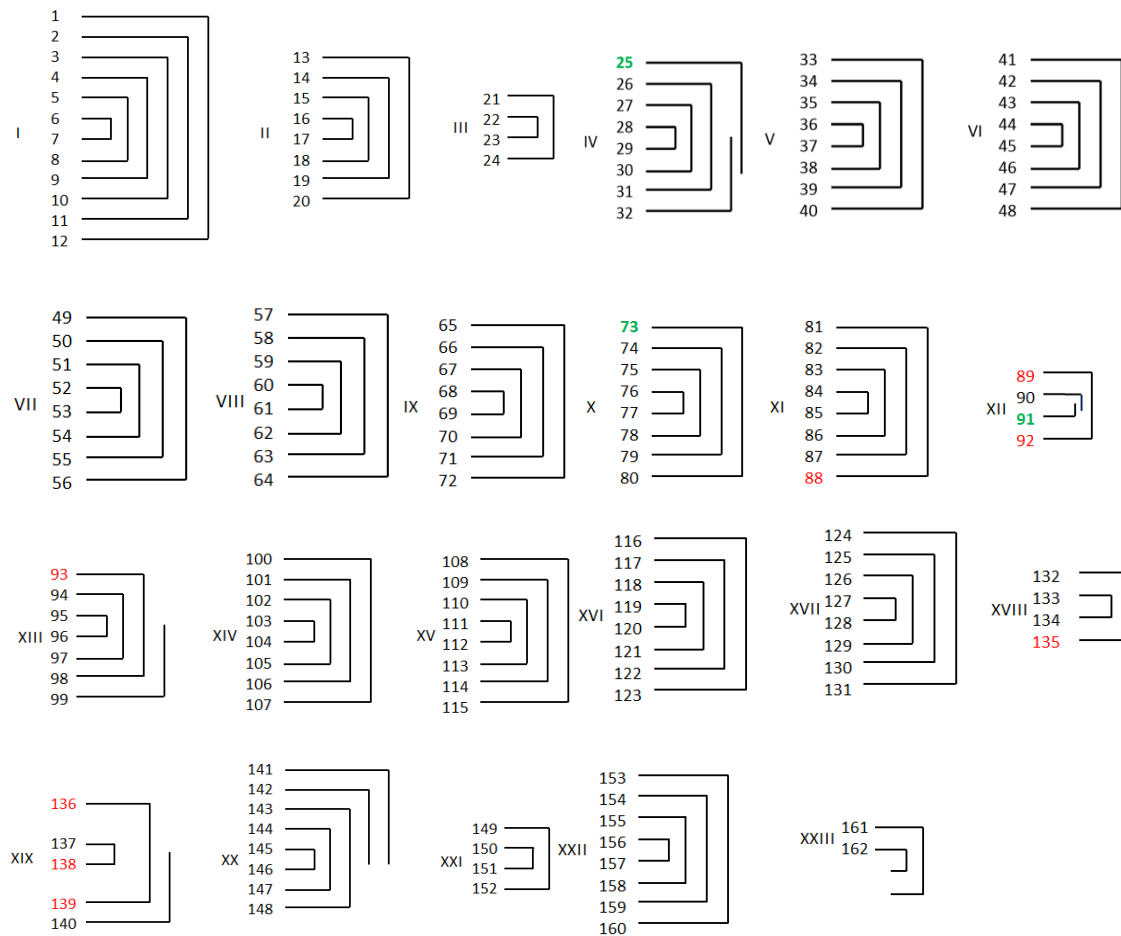


Figura A2.2: esquema dos cadernos de I a XXIII

Legenda:

a verde, fólhos com iluminuras sobre texto de 4 linhas; a vermelho, fólhos com truncamentos no texto; linhas sobrepostas (cad. IV e XII): fólhos unidos pelos festos); linhas interrompidas: fólhos sem par com ou sem pestanas.

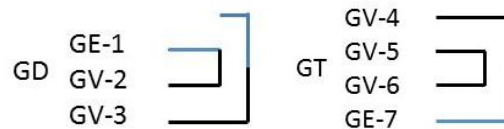


Figura A2. 3: esquema das guardas

Legenda:

GD: guardas dianteiras  
GT: guardas traseiras  
GE: guarda espelho  
GV: guarda volante  
Fólio colado ou embutido

## ANEXO 3 – Materiais e técnicas

### A3.1 Técnicas e equipamentos<sup>2</sup>

**Microfluorescência de raios X por dispersão de energia –  $\mu$ -EDXRF** (*energy dispersive X-ray fluorescence*): realizada num espectrómetro ArtTAX Pro (Intax GmbH) equipado com um feixe de raios X de molibdénio de diâmetro de cerca de 70  $\mu$ m e um detetor de silício XFlash®, Condições de análise: feixe de 300  $\mu$ A, tempo de acumulação de até 150 segundos e atmosfera de Hélio para os azuis e de ar para as demais cores. Este equipamento deteta elementos de número atómico  $\geq 13$  (alumínio). Foram analisados entre 52 e 72 pontos nos fólhos 25, 73 e 91, e entre 9 a 20 pontos nas iluminuras dos fólhos. 147, 153 e 160.

**Espetroscopia de reflectância de fibra ótica – FORS** (*Fiber Optics Reflectance Spectroscopy*): realizada num espectrofotómetro Ocean Optics Maya 2000 Pro com detetor de rede 2048 silicon CCD array e fonte de iluminação de halogénio HL-200-HP. Faixa de análise de 360 a 1050 nanómetros, diâmetro do feixe de 2 mm e ângulo de incidência de 45 graus; tempo de varrimento de 8 milisegundos, 15 scans, 5 *box width* e modo de reflectância difusa com calibração em Spectralon® 99%.

**Microscopia ótica**: realizada num microscópio Zeiss Axioplan 2 Imaging com câmara digital de alta resolução. Exames sob luz visível em campo escuro e luz polarizada.

**Microespectroscopia Raman**: realizada<sup>xxiii</sup> num espectrómetro Horiba Jobin Yvon LabRaman300, com objetivas Olympus de 40x e 100x; foram utilizados lasers HeNe com linhas de excitação a 633 (17 mW) e a 532 nm (500 mW) com filtro (reduzindo sua potência em 90%).

**Microespectroscopia de infravermelho – FTIR**: realizada<sup>xxiv</sup> num espectrofotómetro Nicolet Nexus acoplado a um microscópio Nicolet Continuum com detetor MCT-A arrefecido por azoto líquido; os espectros foram recolhidos em modo transmitância com intervalo de obtenção de 4000-650  $\text{cm}^{-1}$ , resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$  e 128 varrimentos em áreas de 50-100  $\mu$ m com recurso a uma célula de compressão de diamante Thermo. Na análise dos espectros foi utilizado o software Ominic.

**Colorimetria**: utilizou-se um colorímetro calibrado Data Color® com iluminante D65/10. Foram feitas três medições em cada zona e calculados os valores médios de  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  e respetivos desvios-padrão.

### A3.2 Paleta de colorantes e aditivos do livro de horas Cofre nº 31<sup>3</sup>



Figura A3.1: paleta de cores do Cofre nº31

<sup>2</sup> Todos os equipamentos pertencem ao Laboratório Científico do DCR-FCT-UNL.

<sup>3</sup> Imagens cedidas pelo DCR-FCT-UNL



### A3.3 Mapeamento das análises



Figura A3.2: PNM, Cofre nº 31, a) fólio 25, A Anunciação; b) fólio 62 (As Horas da Virgem). Mapeamento das análises de  $\mu$ -EDXRF (●), FORS (▲) e  $\mu$ -Raman (□).

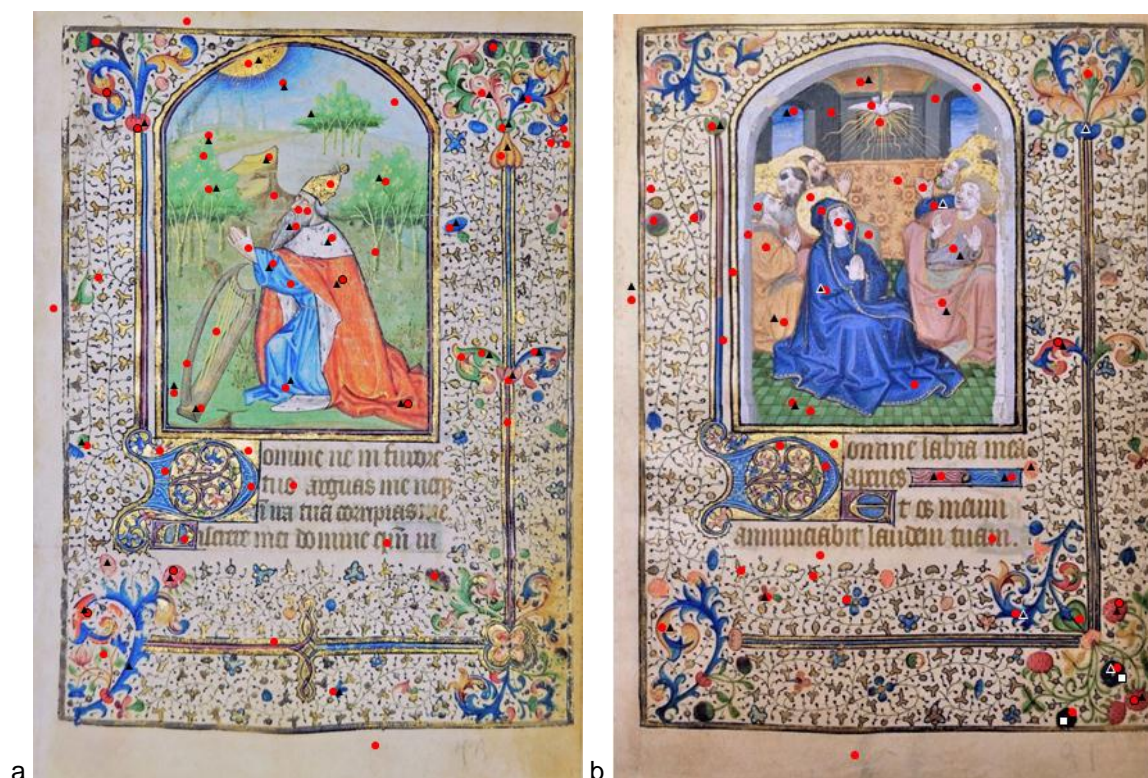


Figura A3.3: PNM, Cofre nº 31, a) fólio 73, David em Oração; b) fólio 91, Pentecostes. Mapeamento das análises de  $\mu$ -EDXRF (●), FORS (▲) e  $\mu$ -Raman (□).



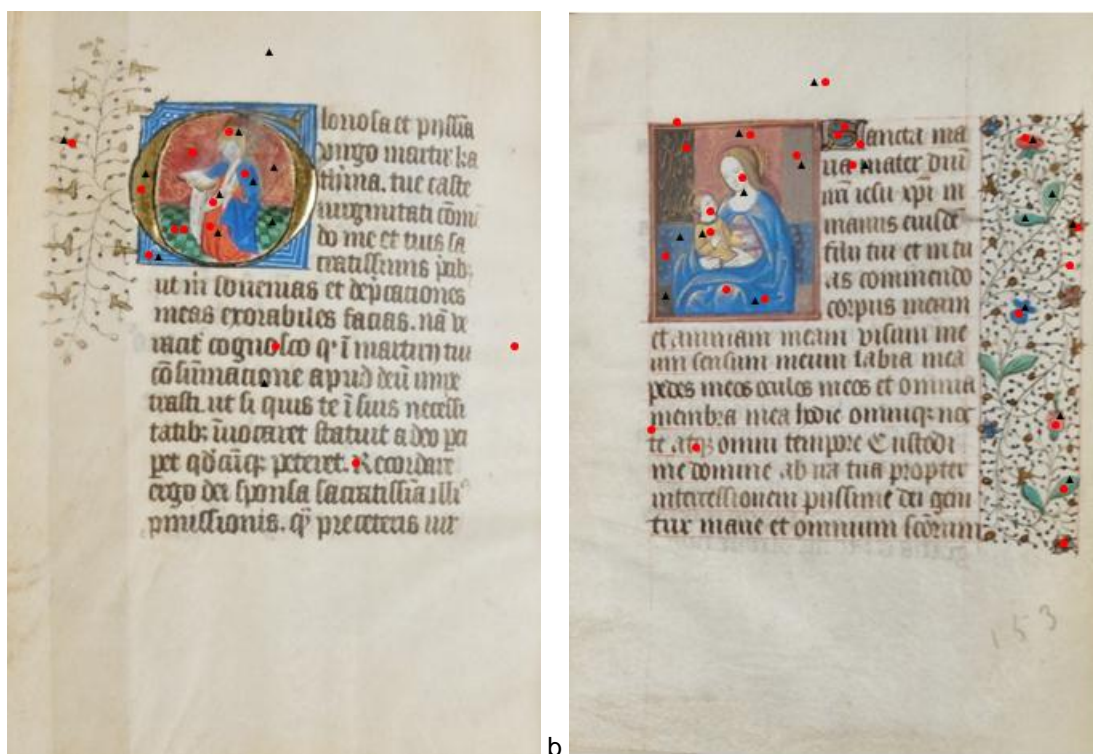


Figura A3.4: PNM, Cofre nº 31 a) fólio 147v, Santa Catarina; b) fólio 153, A Virgem com o Menino. Mapeamento das análises de  $\mu$ -EDXRF (●) e FORS (▲).



Figura A3.5: PNM, Cofre nº 31, fólio 160, A Virgem em Oração. Mapeamento das análises de  $\mu$ -EDXRF (●) e FORS (▲).

## A3.4 Espectros representativos dos colorantes, cargas e pergaminho

### A3.4.1 $\mu$ -EDXRF

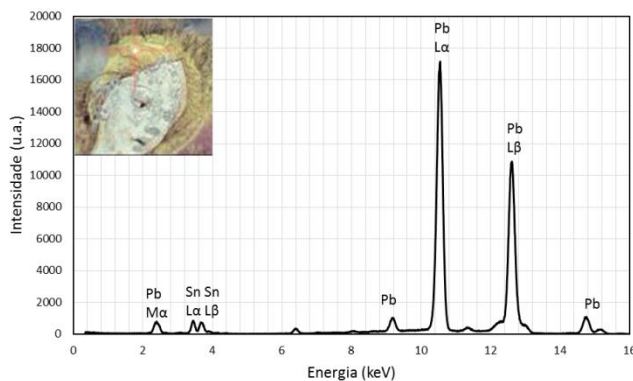


Figura A3.E1: Espectro de XRF do amarelo de chumbo e estanho do f. 25

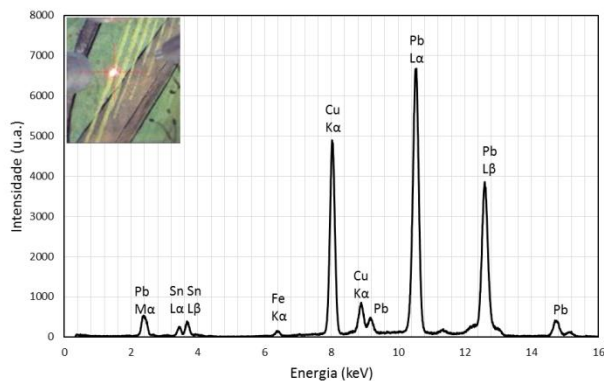


Figura A3.E2: Espectro de XRF do amarelo de chumbo e estanho sobre malaquite do f. 73

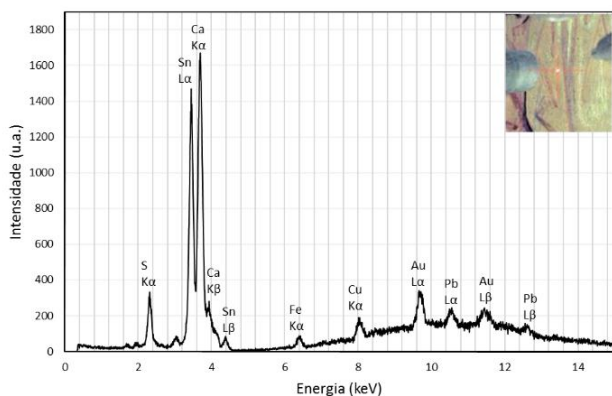


Figura A3.E3: Espectro de XRF do ouro musivo do f. 25

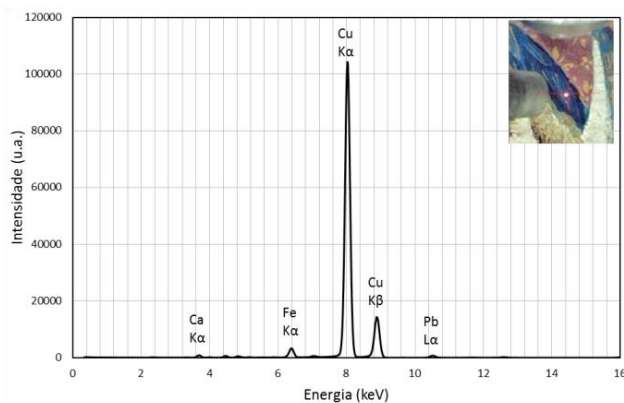


Figura A3.E4: Espectro de XRF da azurite do f. 25

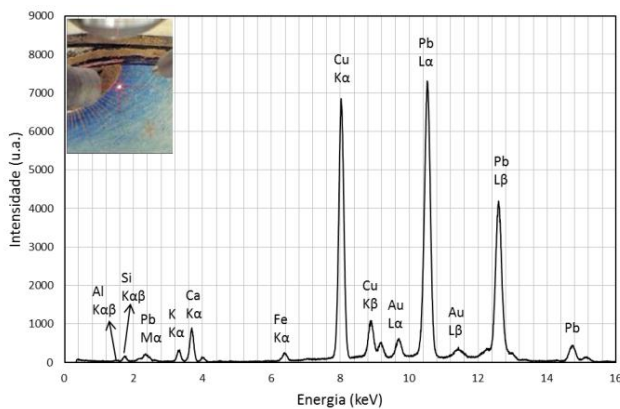


Figura A3.E5: Espectro de XRF da mistura de azurite com lápis-lazuli e branco de chumbo do f. 25

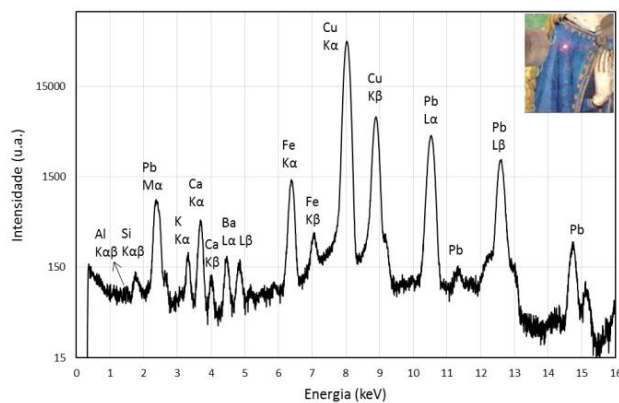


Figura A3.E6: Espectro de XRF (escala logarítmica) do lápis-lazuli sobre azurite do f. 25

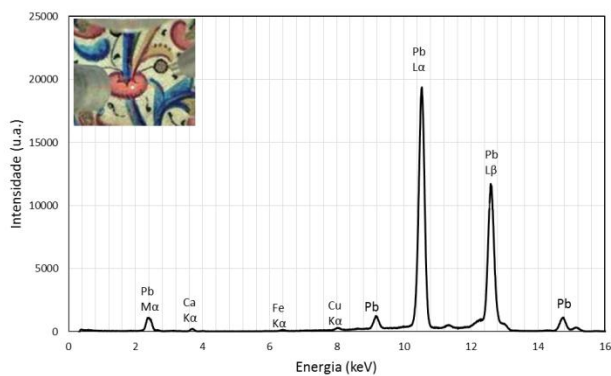


Figura A3.E7: Espectro de XRF do minio do f. 25

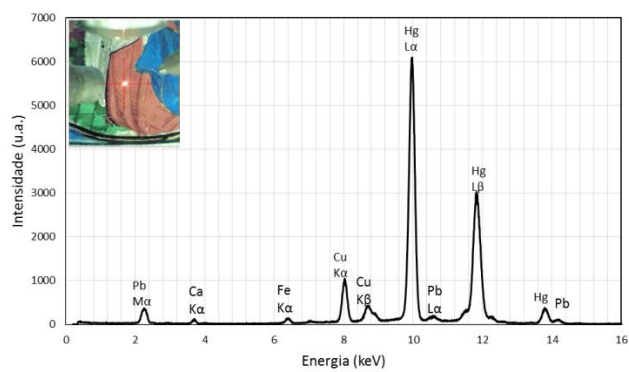


Figura A3.E8: Espectro de XRF do vermelhão do f. 147v

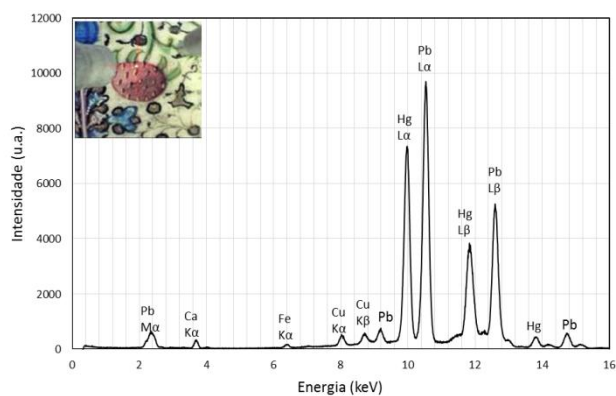


Figura A3.E9: Espectro de XRF da mistura de minio e vermelhão do f. 25

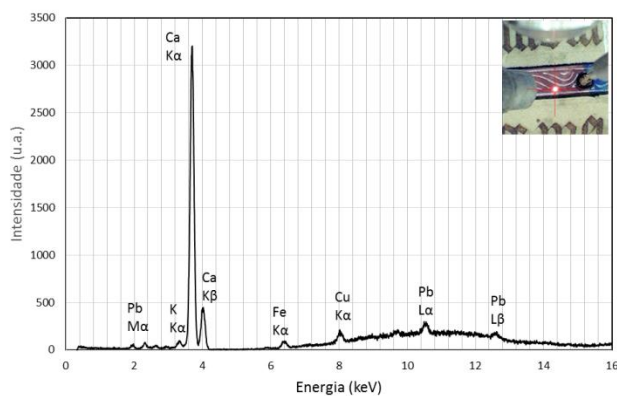


Figura A3.E10: Espectro de XRF do carmim do f. 91

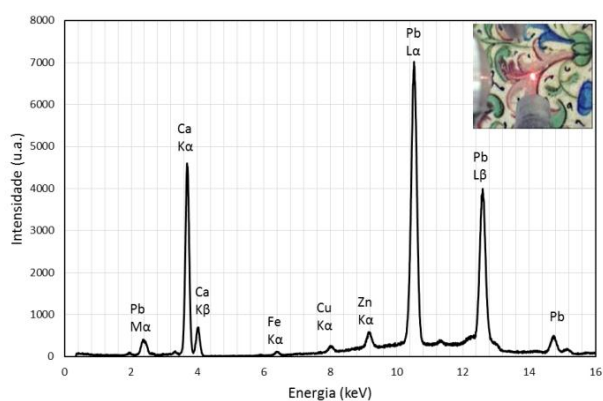


Figura A3.E11: Espectro de XRF do rosa do f. 25

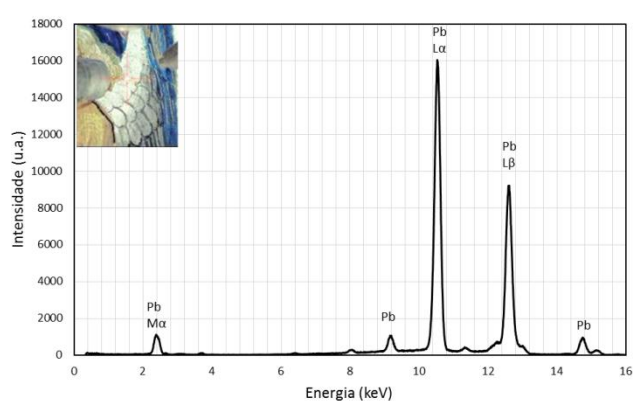


Figura A3.E12: Espectro de XRF do branco de chumbo do f. 25

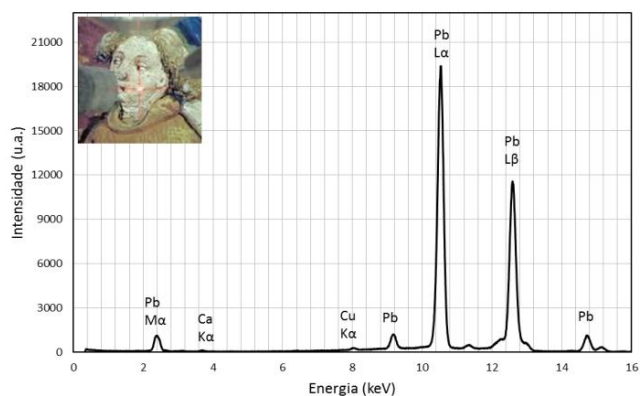


Figura A3.E13: Espectro de XRF da carnação do anjo do f. 25

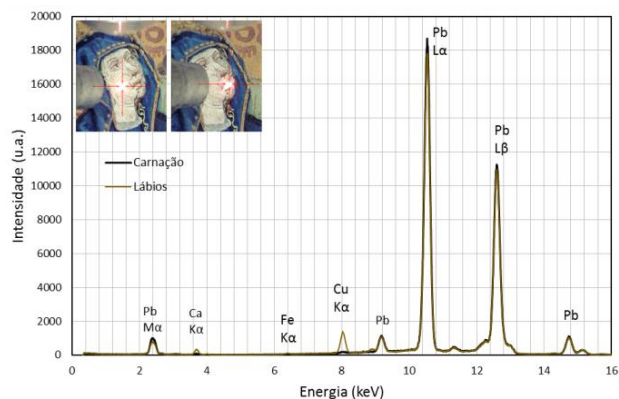


Figura A3.E14: Espectros de XRF sobrepostos da carnação e lábios da Virgem do f. 25

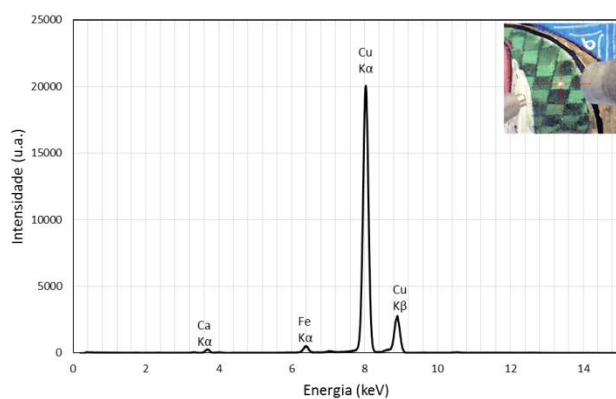


Figura A3.E15: Espectro de XRF da malaquite do f. 147v

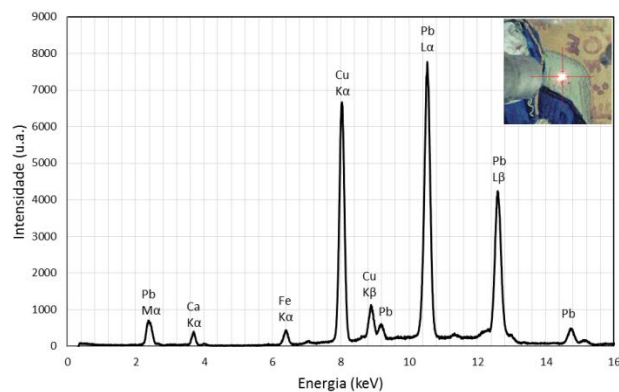


Figura A3.E16: Espectro de XRF da malaquite com branco de chumbo do f. 91

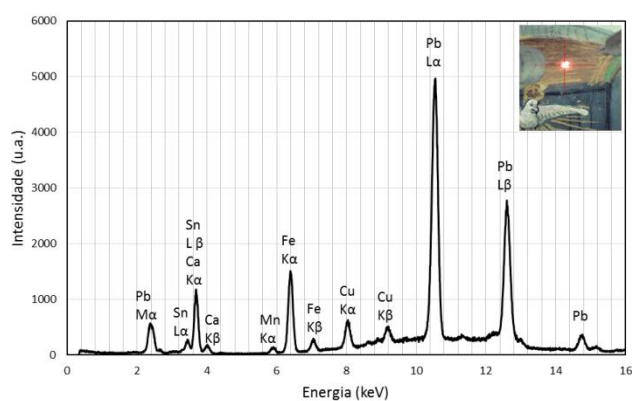


Figura A3.E17: Espectro de XRF do castanho do f. 91

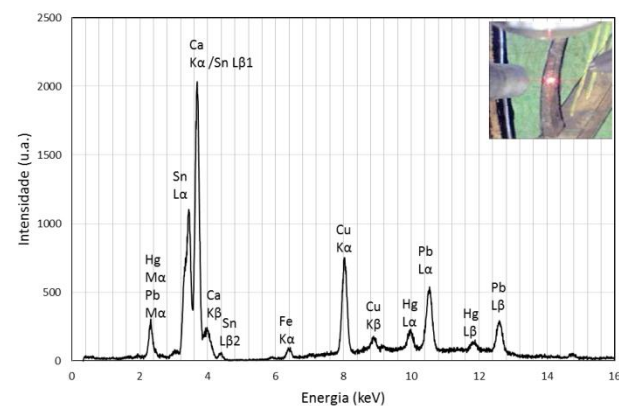


Figura A3.E18: Espectro de XRF do castanho do f. 73



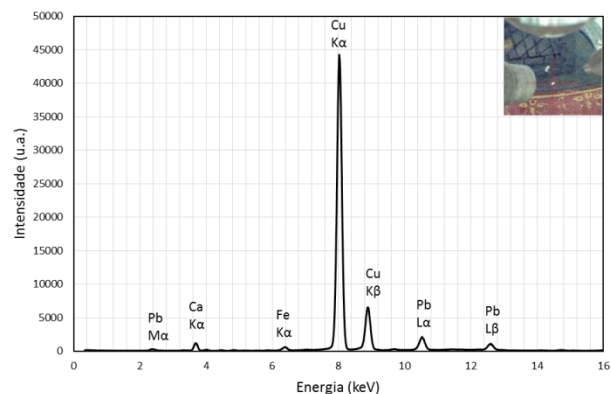
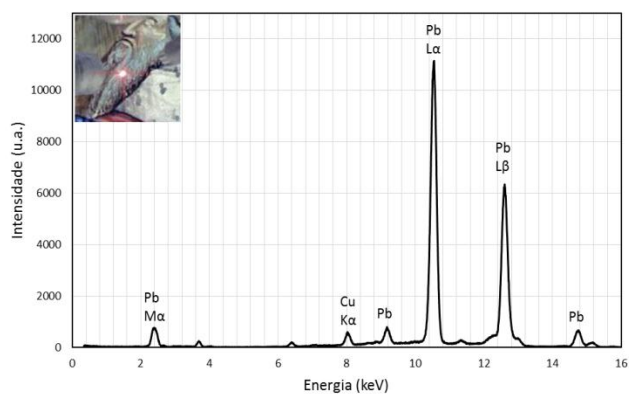


Figura A3.E19: Espectro de XRF do cinzento do f. 73  
 Figura A3.E20: Espectro de XRF do cinzento do f. 25

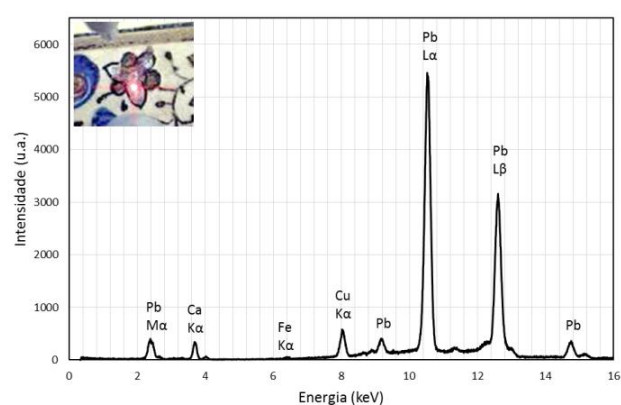
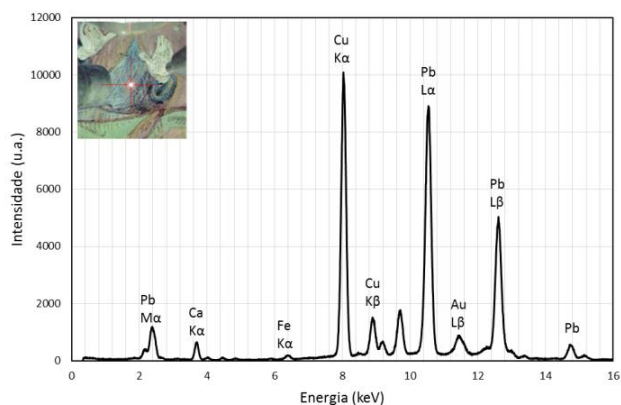


Figura A3.E21: Espectro de XRF do púrpura do f. 91  
 Figura A3.E22: Espectro de XRF do púrpura do f. 73

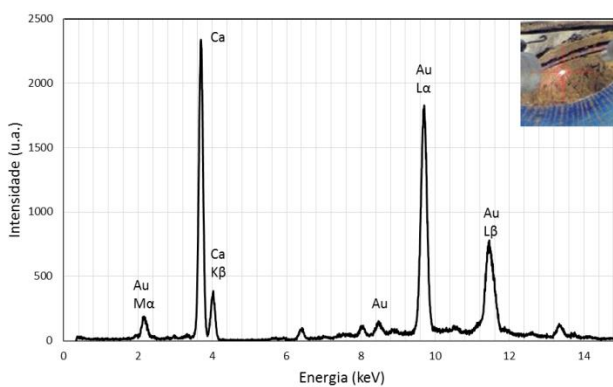
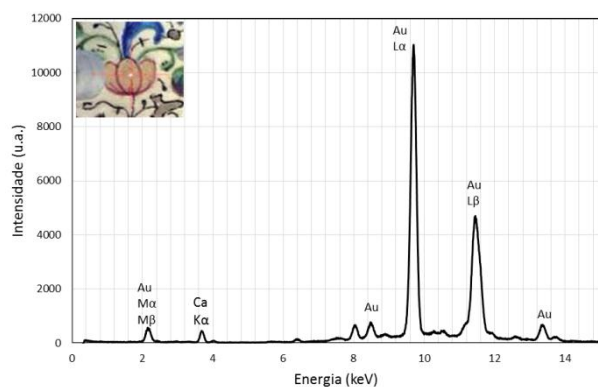


Figura A3.E23: Espectro de XRF do ouro em pó do f. 25  
 Figura A3.E24: Espectro de XRF do ouro em folha do f. 73

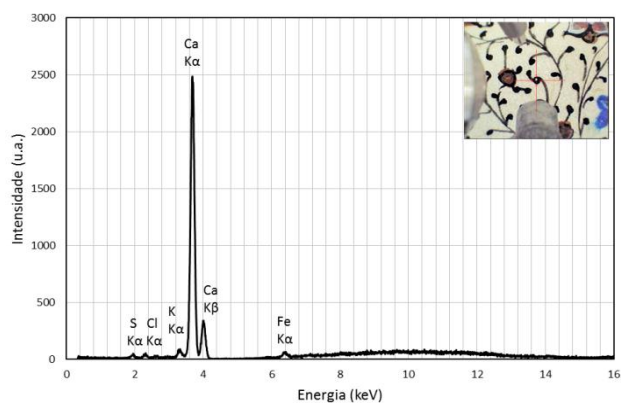


Figura A3.E25: Espectro de XRF do preto do f. 153

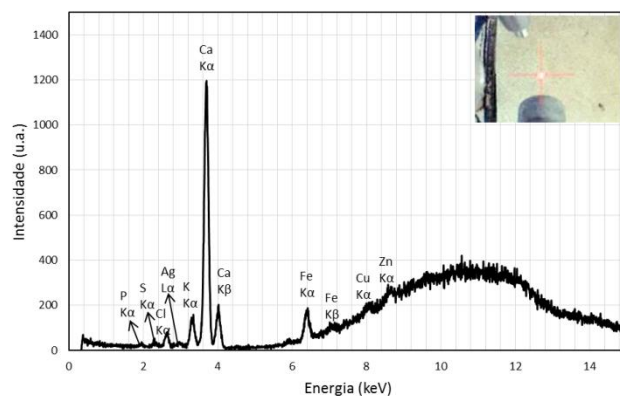


Figura A3.E26: Espectro de XRF do pergaminho do f. 25

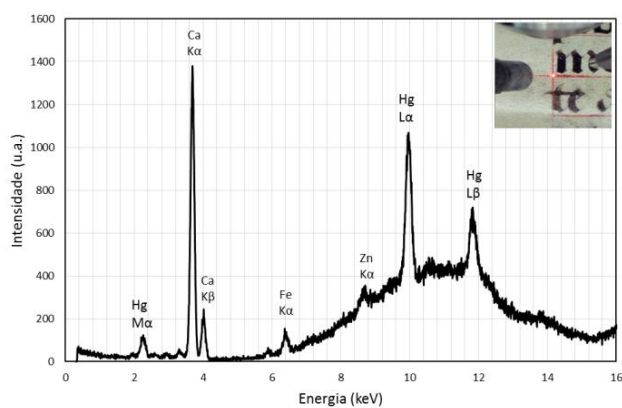


Figura A3.E27: Espectro de XRF da linha de regramento do f. 153

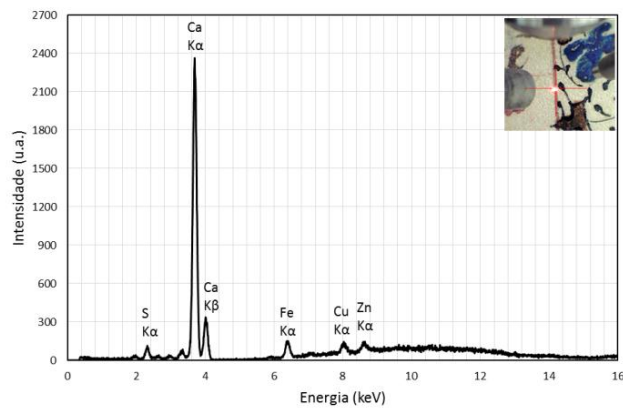


Figura A3.E28: Espectro de XRF da linha de regramento do f. 160

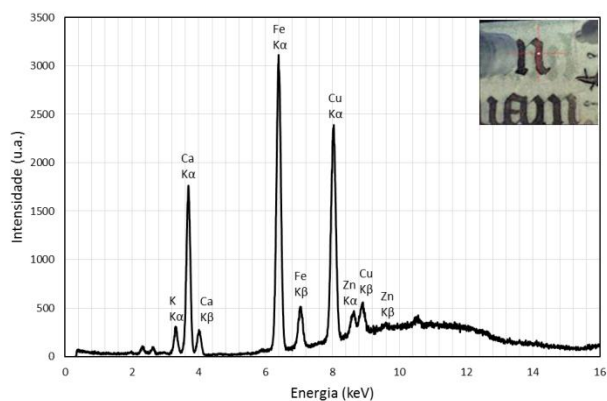


Figura A3.E29: Espectro de XRF da da tinta de escrever do f. 25

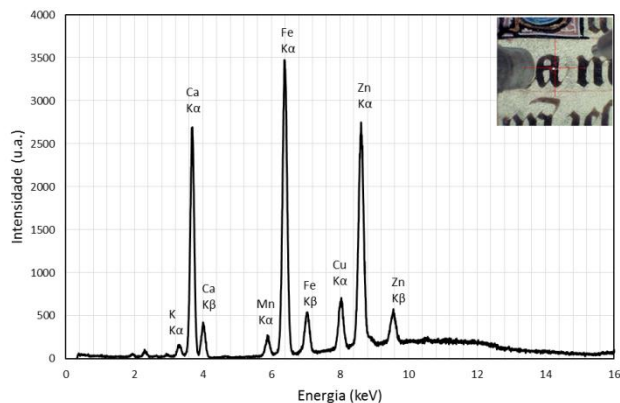


Figura A3.E30: Espectro de XRF 1ª tinta de escrever do f. 153

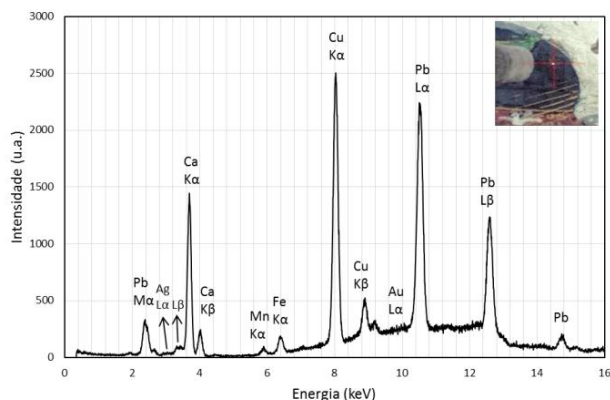


Figura A3.E31: Espectro de XRF da degradação da prata do f. 25 (janela esquerda)

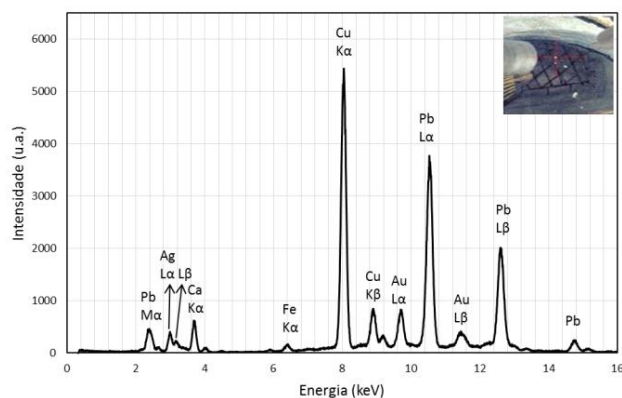


Figura A3.E32: Espectro de XRF da degradação da prata do f. 25 (janela direita)

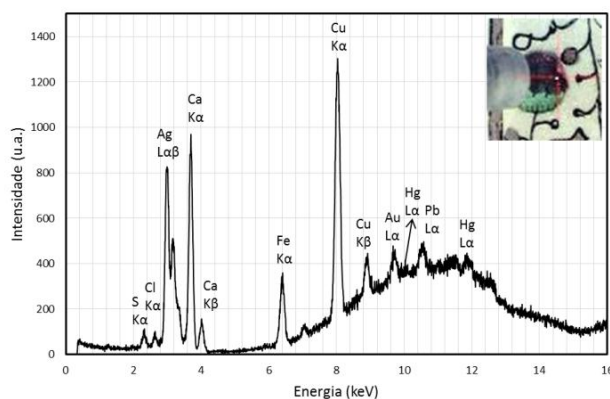


Figura A3.E33: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 25 (flor da margem esquerda)

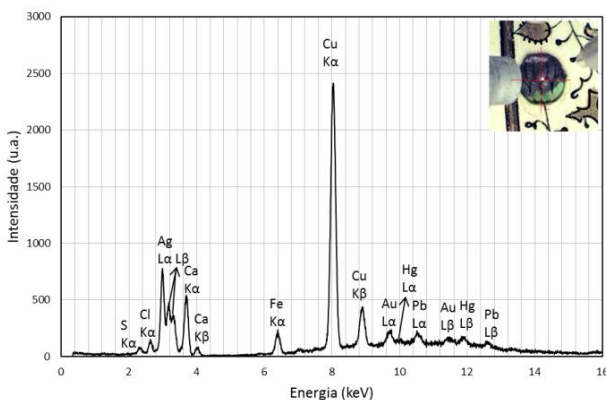


Figura A3.E34: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 91 (flor da margem esquerda)

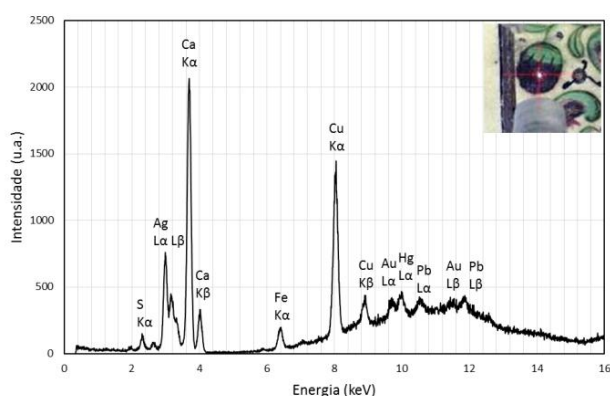


Figura A3.E35: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 73 (flor da margem superior direita)

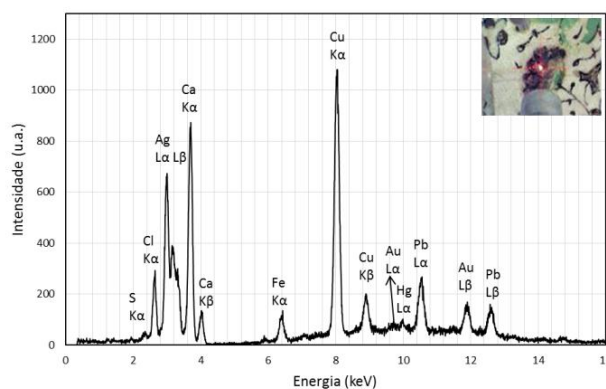


Figura A3.E36: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 73 (flor da margem inferior direita)

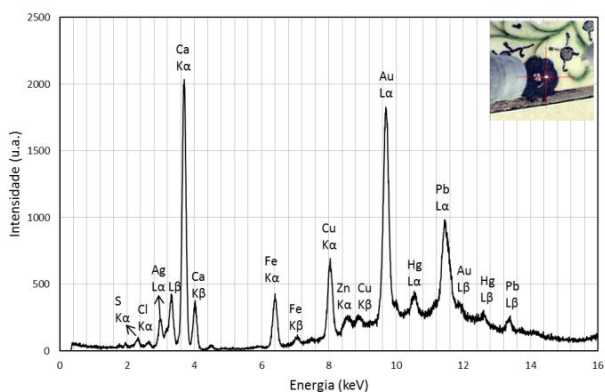


Figura A3.E37: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 91 (flor 1 da margem inferior direita)

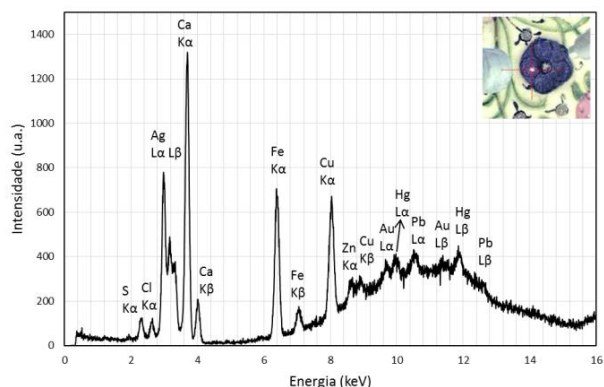


Figura A3.E38: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 91 (flor 2 da margem inferior direita)

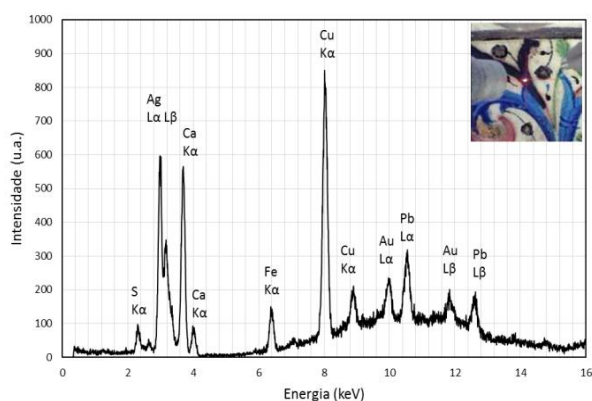


Figura A3.E39: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 73 (flor da margem superior esquerda)

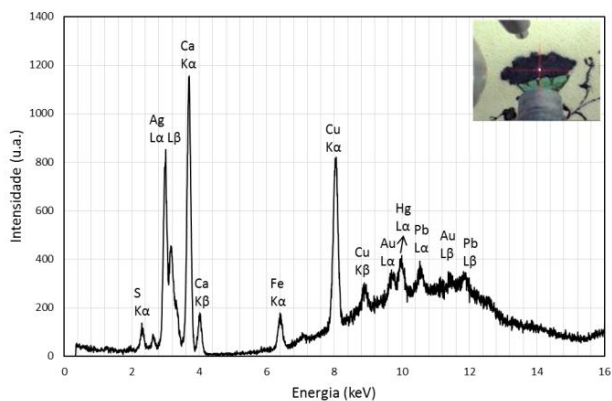


Figura A3.E40: Espectro de XRF da degradação da prata/mínio do f. 62 (flor da margem superior direita)

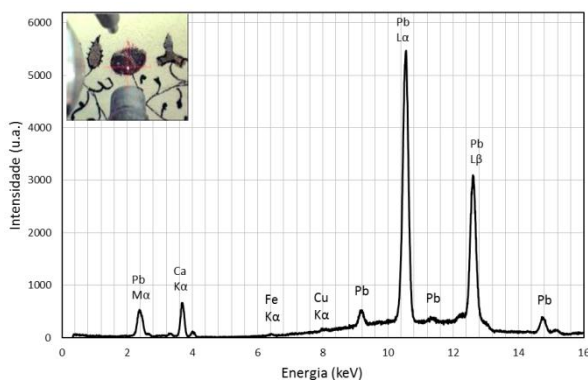


Figura A3.E41: Espectro de XRF da degradação do mínio do f. 62 (flor da margem direita)



### A3.4.2 FORS

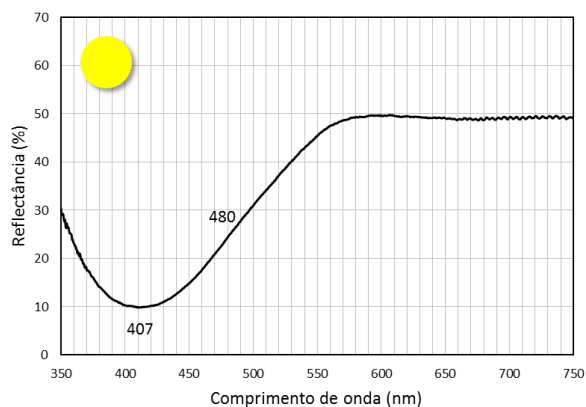


Figura A3.E42: Espectro de FORS do amarelo de chumbo e estanho do f. 25

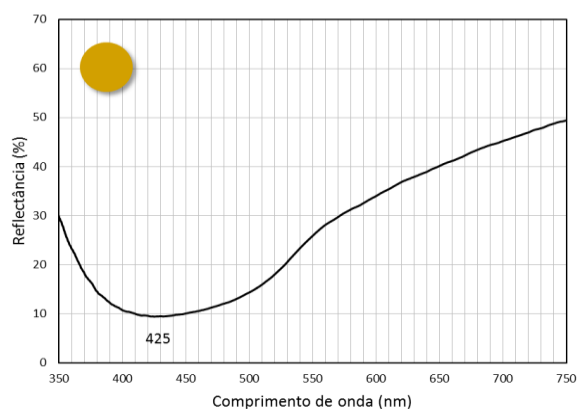


Figura A3.E43: Espectro de FORS do ouro musivo do f. 91

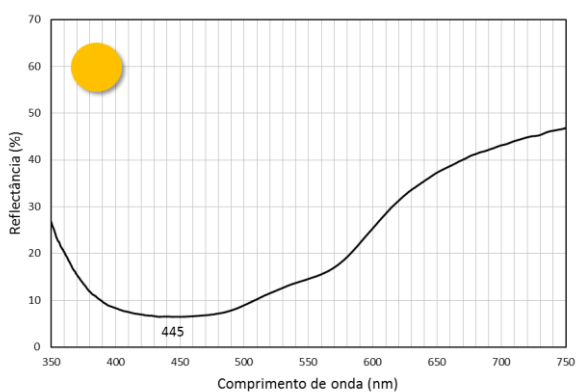


Figura A3.E44: Espectro de FORS do ouro em pó do f. 73

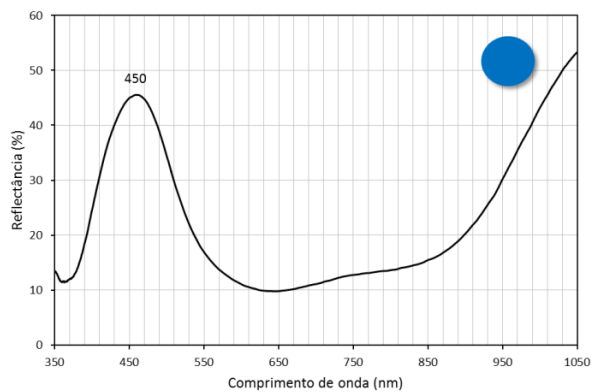


Figura A3.E45: Espectro de FORS da azurite do f. 160

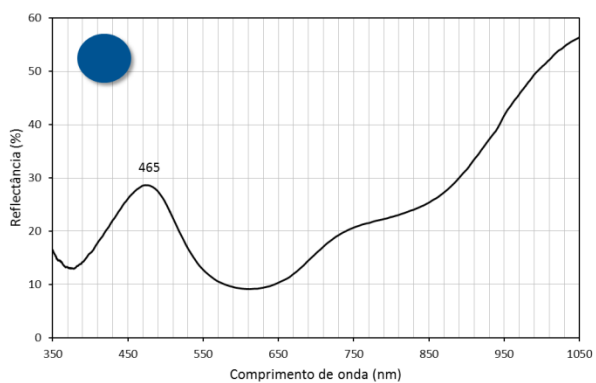


Figura A3.E46: Espectro de FORS da azurite com lápis-lazúli do f. 25

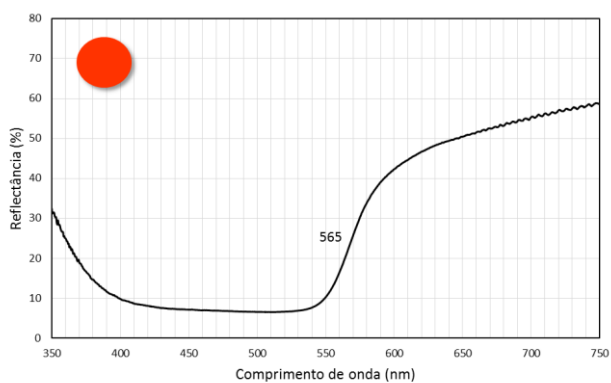


Figura A3.E47: Espectro de FORS do mínio do f. 25

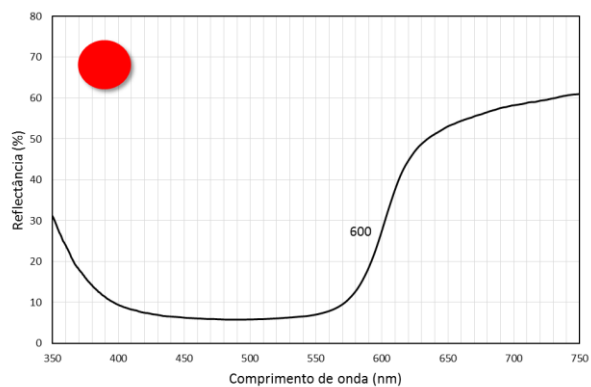


Figura A3.E48: Espectro de FORS do vermelhão do f. 147v

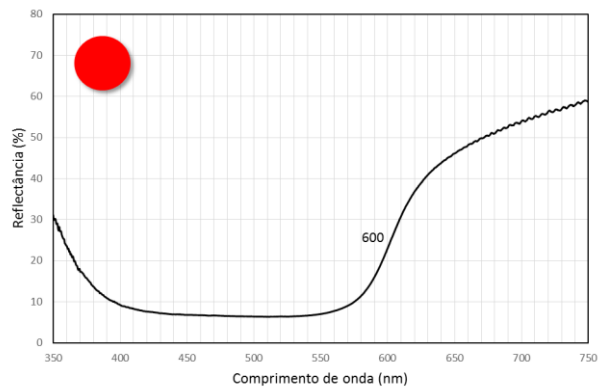


Figura A3.E49: Espectro de FORS da mistura de mínio com vermelhão do f. 25

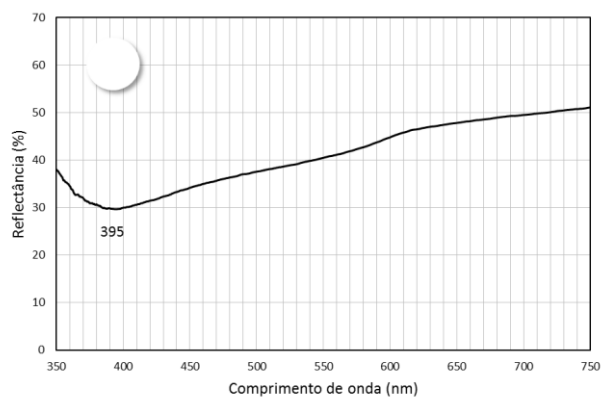


Figura A3.E50: Espectro de FORS do branco de chumbo do f. 147

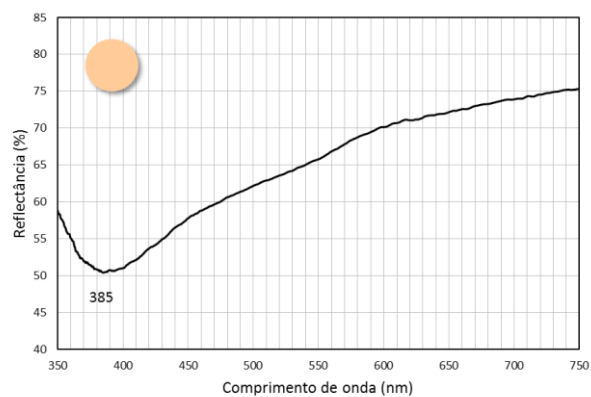


Figura A3.E51: Espectro de FORS da carnção do f. 160

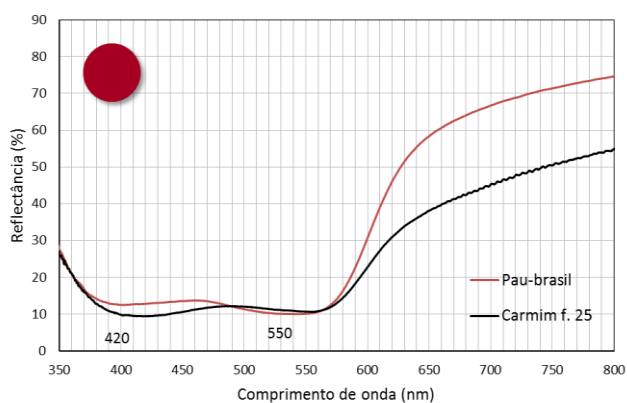


Figura A3.E52: Espectro de FORS do carmim do f. 25 em comparação com padrão de pau-brasil

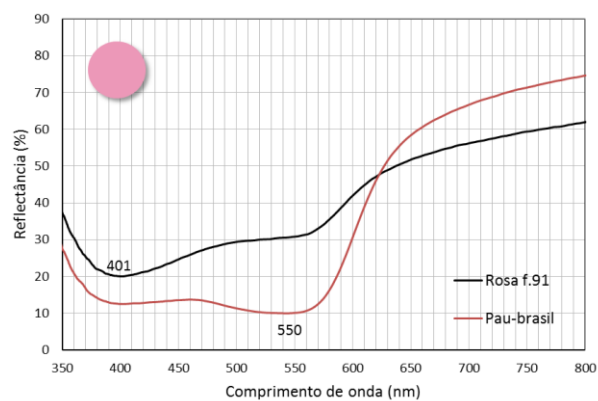


Figura A3.E53: Espectro de FORS do rosa do f. 91 em comparação com padrão de pau-brasil

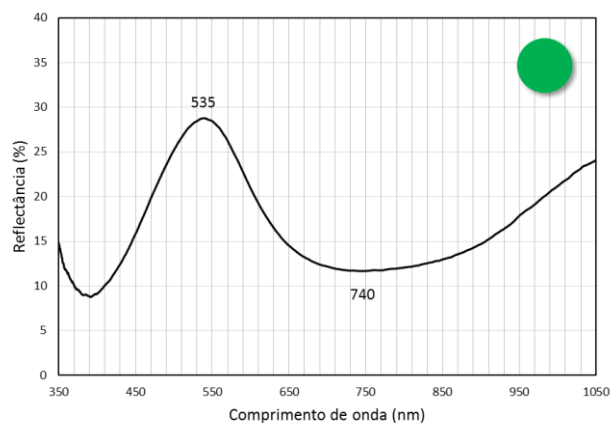


Figura A3.E54: Espectro de FORS do verde de malaquite do f. 73

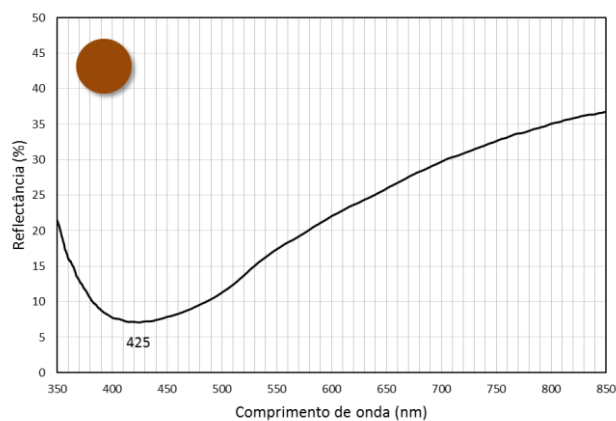


Figura A3.E55: Espectro de FORS do castanho do f. 73

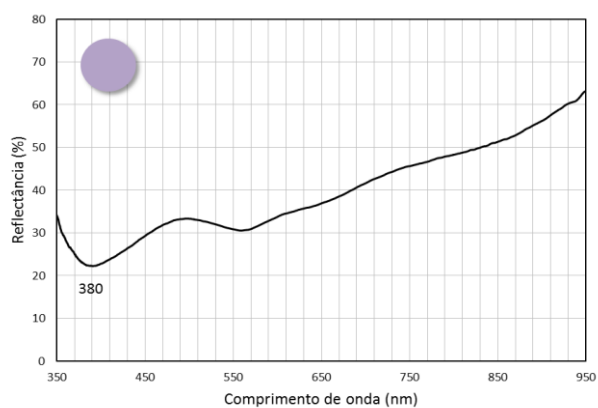


Figura A3.E56: Espectro de FORS do púrpura do f. 73

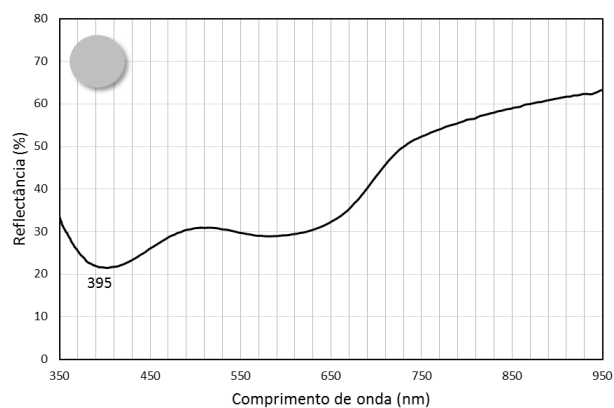


Figura A3.E57: Espectro de FORS do cinzento do f. 91

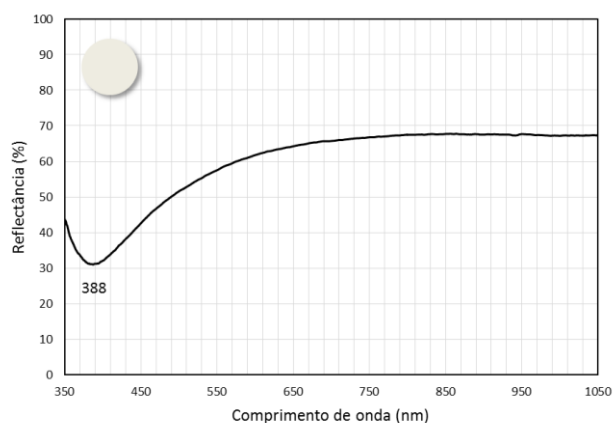


Figura A3.E58: Espectro de FORS do pergaminho do f. 147

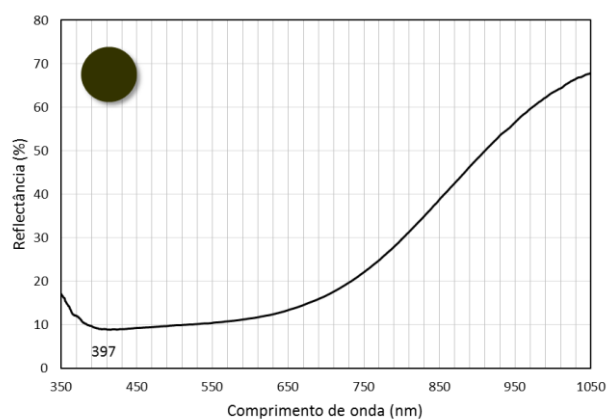


Figura A3.E59: Espectro de FORS da tinta de escrever do f. 160

### A3.4.3 $\mu$ -Raman

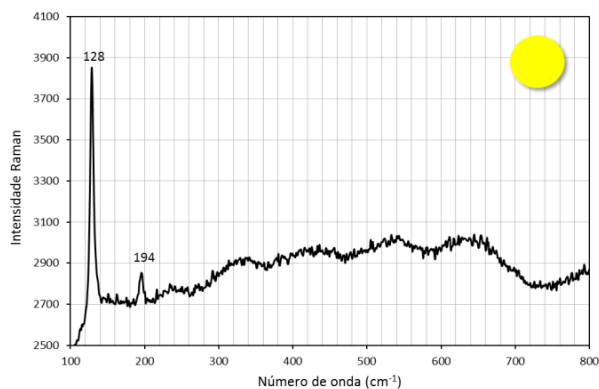


Figura A3.E60: Espectro de Raman do amarelo de chumbo e estanho do f. 25

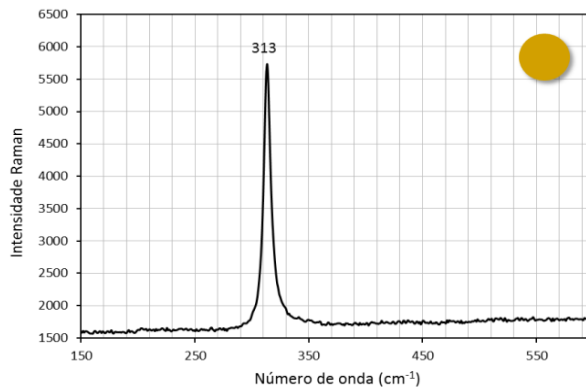


Figura A3.E61: Espectro de Raman do ouro musivo do f. 25

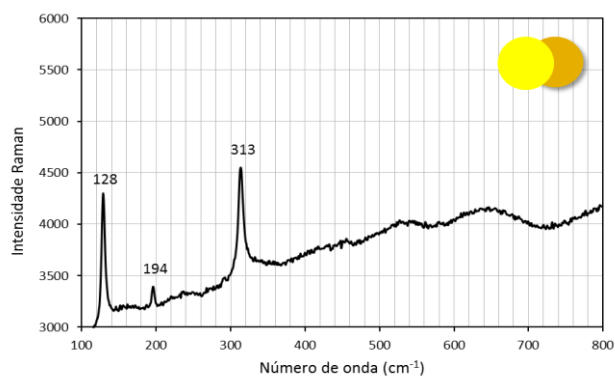


Figura A3.E62: Espectro de Raman do ouro musivo com amarelo de chumbo e estanho do f. 25

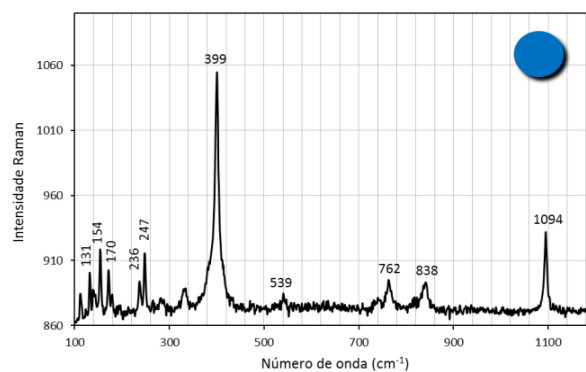


Figura A3.E63: Espectro de Raman da azurite do f. 25 (manto da Virgem)

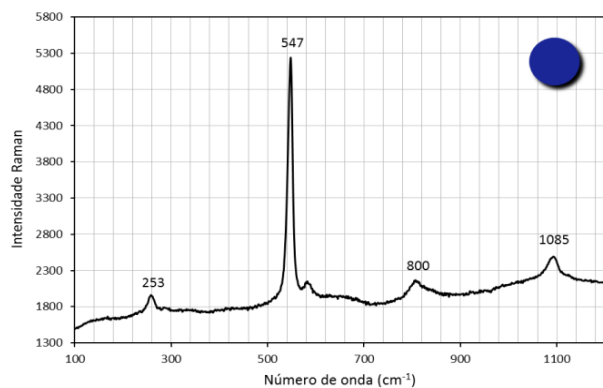


Figura A3.E64: Espectro de Raman do lápis-lazúli do f. 25 (folha de acanto)

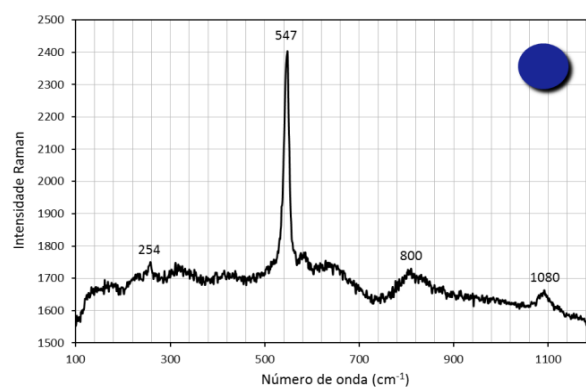


Figura A3.E65: Espectro de Raman do lápis-lazúli aplicado sobre a prata da flor do f. 91

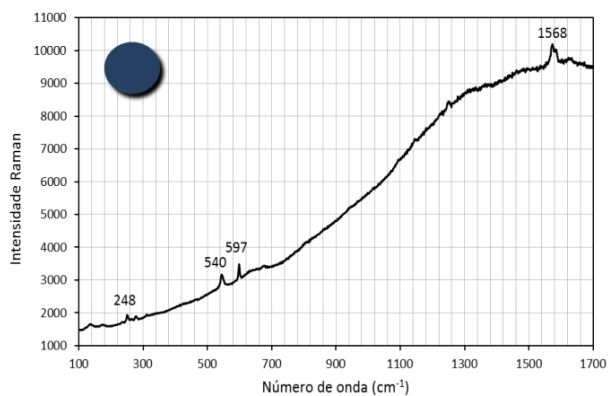


Figura A3.E66: Espectro de Raman do índigo aplicado sobre a prata da janela do f. 25

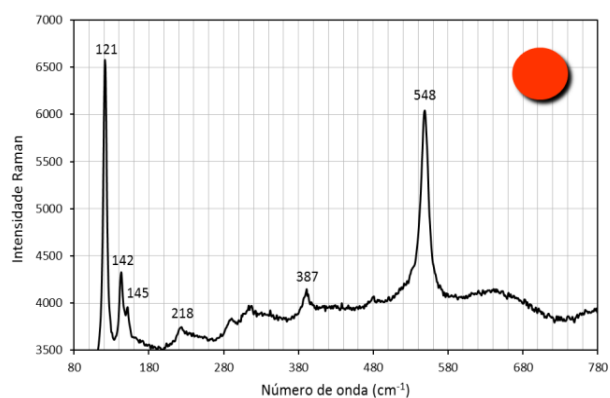


Figura A3.E67: Espectro de Raman do laranja de minio do f. 25

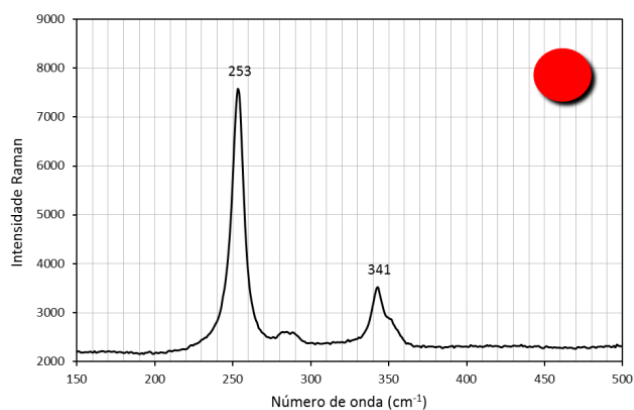


Figura A3.E68: Espectro de Raman do vermelhão do f. 25 (morango de minio com vermelhão)

Figura A3.E69: Espectro de Raman da carnação do anjo do f. 25 (mistura de minio com branco de chumbo)

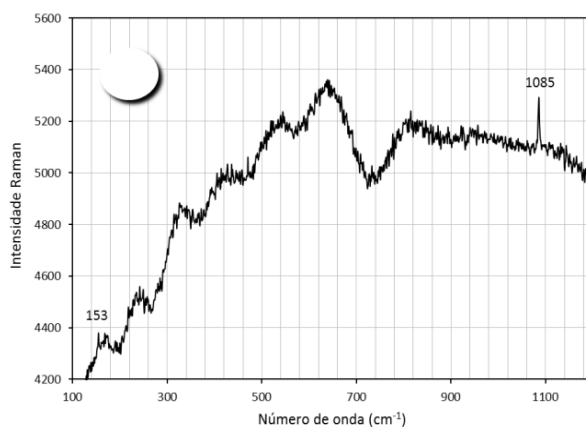
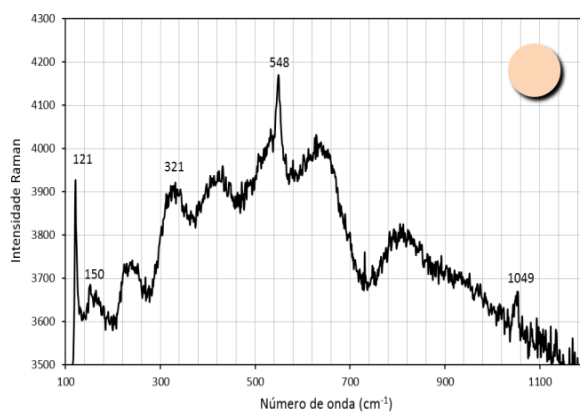


Figura A3.E70: Espectro de Raman do carbonato de cálcio da preparação do f. 25 (auréola)

## ANEXO 4 – Metodologia e resultados da aplicação do IDAP

### A4.1 Metodologia

Utilizou-se uma metodologia de aplicação seletiva, em que foi escolhido um número de fólhos representativo do total do código equivalente a 22% (36 de 162); desta forma, foram selecionados, em média, dois fólhos por caderno (um externo e outro interno); adaptou-se a ficha modelo<sup>4</sup> ao código e criaram-se 36 fichas (uma para cada fólho); definiram-se três áreas específicas de diâmetro aproximado de 25 mm: área 1 (zona de maior manuseamento); área 2 (zona menos sujeita a manuseamento) e área 3 (zona de manuseamento mais sujeita a efeitos da costura). A análise constituiu-se de exame visual (a olho nu ou com auxílio de lupa de aumento 10x), tanto para o fólho em geral quanto para as áreas específicas, frente (recto) e verso. Foram aplicados os protocolos de análise denominados Parte 1 (análise geral do fólho) e Parte 2 (análise de áreas específicas), em que foram analisadas diversas categorias, incluindo a medição das espessuras e a colorimetria, conforme o que segue:

- a) **Medição das espessuras:** feita uma medição no centro de cada área específica com micrómetro digital Comecta S.A. (faixa e medição de 0 a 25 mm); ver tabela. 4.2.
- b) **Colorimetria:** foram feitas três medições no centro de cada área específica, registadas no sistema CIELAB, cujas coordenadas de cor medem a luminância ( $L^*$ ), o desvio para o vermelho ( $a^*$  positivo) ou para o verde ( $a^*$  negativo) e o desvio para o amarelo ( $b^*$  positivo) ou para o azul ( $b^*$  negativo), conforme o espaço de cor CIELAB (Fig. 4.1). Cada área específica de cada lado do fólho foi medida três vezes e então calculada uma média e um desvio-padrão; em seguida, foi calculada a diferença entre as médias ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$ ) e a diferença global ( $\Delta E^*$ )<sup>5</sup>; ver tabelas 4.3 a 4.5.

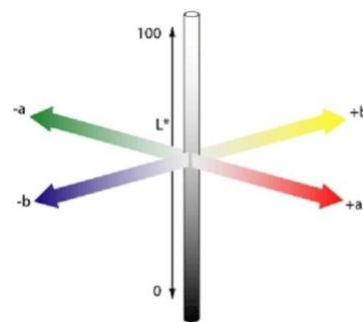


Figura A4.1: Espaço CIELAB

### A4.2 Quantificação dos resultados

#### IDAP Parte 1 – Análise geral do fólho

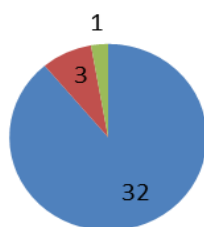


Figura A4.2: Padrão dos poros

a) *Identificação de origem do pergaminho.* Categorias: padrão dos poros e animal de origem. Dos 36 fólhos analisados, apenas 1 possui um padrão completo, ou seja, que possibilita a identificação do animal e origem (vaca/bezerro); 3 apresentam padrão parcial (não identificável) e o restante, nenhum padrão (fig. 4.2).

b) *Identificação das tipologias de danos e características do pergaminho:* ver cap. 4.2.2 Fig. 4.6a.

<sup>4</sup> DUPDA e Helpfile – Parchment Assessment Report

<sup>5</sup> CIE 1986; ASTM Standards D, 2244 E 308.

c) *Categorização visual do dano*<sup>6</sup>:

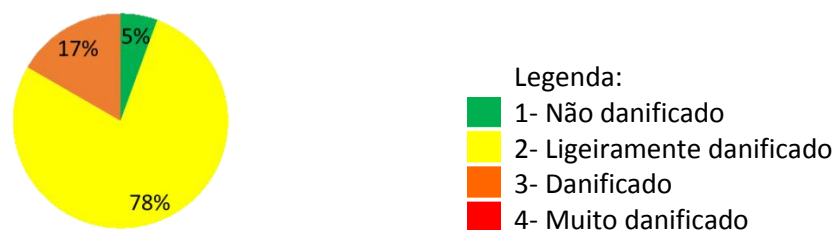


Figura A4.3: categorização visual do dano em porcentagem

Obs: ver também cap. 4.2.2 Fig. 4.6b.

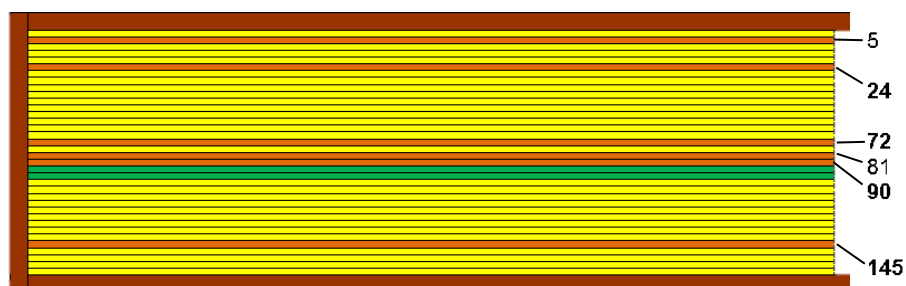


Figura A4.4: Representação do códice segundo a categorização visual do dano e indicação dos fólhos danificados

Correlação entre os fólhos categoria 3 ("danificado") e *danos* identificados (marcas de uso): ff. 24, 72, 90 – antecedentes às iluminuras (ff. 25, 73 e 91)

d) *Avaliação do nível e tipo de dano no texto e na iluminura:*

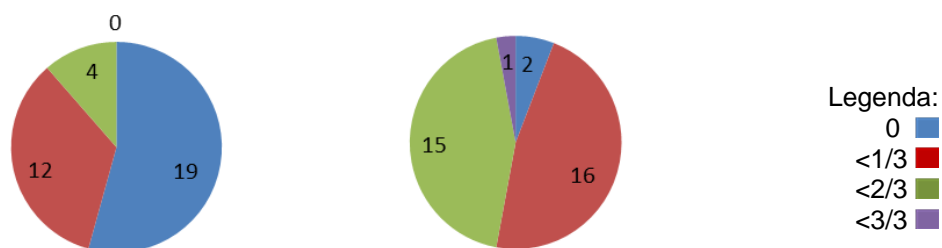


Figura A4.5: a) Nível de dano no texto; b) Nível de dano na iluminura

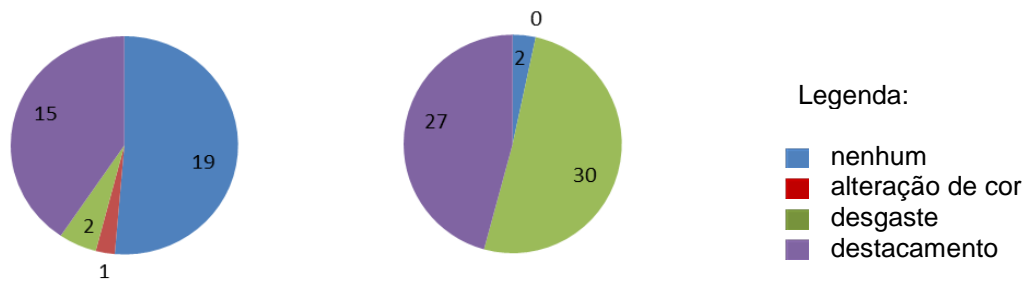


Figura A4.6: a) Tipo de dano no texto; b) Tipo de dano na iluminura

<sup>6</sup> Código de cores proposto pela Doutora Inês Correia [28]

## IDAP Parte 2 – Áreas específicas

Tabela A4.1: Área específica 1 – lado da carne

CATEGORIAS		%
Espessura	(mm)	0,16
Transparência	Nenhuma	91.7
	Alguma	8.3
	Muita	0
<b>Carne</b>	Recto	31
	Verso	69
Cor	Branco	
	Amarelo claro	44.4
	Amarelo	27.8
	Amarelo escuro	27.8
	Castanho claro	
	Castanho	
	Castanho escuro	
	Castanho avermelhado	
	Cinzento	
	Cinzento claro	
	Cinzento escuro	
Danos/marcas de manufatura	Nenhum	72
	Alguns	25
	Muitos	3
Deformações/Danos mecânicos	Nenhum	69
	Alguns	25
	Muitos	6
Sinais de conservação/Tratamento na superfície	Não tratado	
	Possivelmente tratado	100
	Planificado	
	Limpo	
	Polido	
	Outro tratamento	
	Desconhecido	100
Aparência da superfície	Mate	90
	Semi-mate	7
	Brilhante	3
Camada de contaminação à superfície	Nenhuma	0
	Fina	45
	Média	55



	Espessa	0
Saturação da cor da contaminação à superfície	Baixa (clara)	8
	Média	36
	Alta (escura)	3
Fixação da contaminação à superfície	Solta	3
	Semi-fixa	44.5
	Fixa	0
Poros dos pelos	Nenhuns	97
	Alguns	3
	Muitos	0
Vestígio de pelos	Nenhum	72
	Algum	20
	Muito	8
Veias	Nenhumas	83
	Algumas	17
	Muitas	0
Depósitos de calcite	Nenhuns	89
	Alguns	11
	Muitos	0
Camada tipo-vítrea	Nenhuma	100
	Alguma	0
	Toda	0
Descoloração	Nenhuma	11
	Alguma	83
	Toda	6
Sinais de biodegradação	Nenhuns	80
	Alguns	20
	Muitos	0
Danos por água	Nenhuns	100
	Alguns	0
	Muitos	0
Dano por calor/secagem	Nenhum	100
	Algum	0
	Muito	0
Danos por fogo	Nenhuns	100
	Alguns	0
	Muitos	0
Categorização do dano visual	Não danificado	42
	Ligeiramente danificado	50
	Danificado	8
	Muito danificado	0

Tabela A4.2: Espessuras (mm)

Caderno/guardas	Nº Folio	Área 1	Área 2	Área 3	Média
	<b>GD2</b>	0.18	0.206	0.21	0.198667
	<b>GT3</b>	0.193	0.205	0.189	0.195667
<b>I</b>	1	0.14	0.135	0.158	0.144333
	5	0.14	0.112	0.142	0.131333
	7	0.14	0.148	0.154	0.147333
<b>II</b>	13	0.131	0.116	0.127	0.129
	15	0.176	0.155	0.182	0.179
<b>III</b>	24	0.124	0.171	0.146	0.135
<b>IV</b>	26	0.121	0.128	0.142	0.1315
	28	0.107	0.121	0.112	0.1095
<b>V</b>	33	0.146	0.172	0.13	0.138
	36	0.146	0.122	0.21	0.178
<b>VI</b>	41	0.134	0.158	0.15	0.142
	47	0.175	0.143	0.141	0.158
<b>VII</b>	52	0.175	0.164	0.159	0.167
<b>VIII</b>	57	0.116	0.138	0.182	0.167
	61	0.113	0.126	0.13	0.1215
<b>IX</b>	65	0.118	0.113	0.112	0.115
	72	0.081	0.162	0.158	0.1195
<b>X</b>	74	0.116	0.143	0.123	0.1195
<b>XI</b>	81	0.101	0.201	0.136	0.1185
<b>XII</b>	90*	0.176	0.158	0.135	0.1555
<b>XIII</b>	95	0.184	0.144	0.206	0.195
<b>XIV</b>	100	0.166	0.205	0.17	0.168
	103	0.118	0.179	0.141	0.1295
<b>XV</b>	112	0.161	0.151	0.114	0.1375
<b>XVI</b>	116	0.172	0.142	0.168	0.17
	120	0.171	0.183	0.159	0.165
<b>XVII</b>	124	0.116	0.167	0.107	0.1115
<b>XVIII</b>	132	0.149	0.168	0.139	0.144
<b>XIX</b>	136	0.127	0.118	0.118	0.1225
	138	0.119	0.115	0.144	0.1315
<b>XX</b>	141	0.173	0.183	0.189	0.181
	145	0.169	0.184	0.172	0.1705
<b>XXI</b>	149	0.187	0.159	0.164	0.1755
<b>XXII</b>	153	0.162	0.146	0.156	0.159
	157	0.15	0.175	0.164	0.157
<b>XXIII</b>	162	0.201	0.145	0.15	0.1755
<b>Total</b>	36 ff.				
<b>Médias</b>		0.1705	0.14	0.154	0.159917

Tabela A4.3 Colorimetria das áreas específicas – lado da carne

	Área 1			Área 2			Área 3		
	<i>Lado da carne</i>			<i>Lado da carne</i>			<i>Lado da carne</i>		
Fólio	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	72.58	2.52	20.59	79.57	1.05	22.55	79.37	1.43	18.33
	73.21	2.45	20.72	79.11	1.03	22.46	79.16	1.40	18.26
	73.24	2.45	20.75	78.25	1.03	22.24	79.04	1.43	18.27
5	82.94	0.36	19.00	86.59	0.08	14.96	83.71	0.19	14.43
	83.32	0.29	18.63	87.04	0.10	15.04	83.71	0.18	14.41
	83.87	0.23	17.99	87.23	0.09	15.09	83.70	0.18	14.39
7	84.46	0.72	19.40	83.72	0.39	16.15	84.70	0.60	14.34
	84.48	0.71	19.40	83.96	0.39	16.16	85.04	0.57	14.30
	84.51	0.70	19.41	83.88	0.38	16.15	85.00	0.57	14.41
13	82.42	1.20	20.78	84.29	0.56	15.82	81.89	0.53	19.14
	82.44	1.17	20.79	84.50	0.55	15.80	82.00	0.40	18.75
	82.44	1.18	20.80	84.63	0.58	15.88	81.99	0.36	18.08
15	80.61	1.76	22.00	83.25	1.29	16.90	78.77	0.89	16.74
	80.31	1.75	21.97	83.86	1.24	16.89	78.71	0.95	16.72
	80.63	1.75	21.98	84.69	1.11	16.62	78.67	0.97	16.70
24	73.94	1.86	20.11	84.88	0.76	16.47	80.29	0.85	15.34
	73.46	1.83	19.85	84.94	0.75	16.43	80.20	0.84	15.34
	73.58	1.57	19.17	84.96	0.73	16.42	80.20	0.83	15.34
26	82.08	1.11	22.04	88.12	-0.13	18.39	84.94	0.29	21.56
	82.32	1.14	21.32	88.11	-0.07	18.17	84.96	0.28	21.54
	82.32	1.14	21.34	88.10	-0.07	18.14	84.95	0.29	21.52
28	82.20	1.11	23.66	88.23	0.10	16.61	86.32	0.01	16.46
	82.07	1.16	23.75	88.25	0.10	16.66	86.65	-0.06	16.79
	82.03	1.19	23.80	88.25	0.10	16.65	86.50	0.01	16.85
33	81.13	0.79	16.92	85.35	1.03	15.07	81.10	0.50	16.07
	81.16	0.79	16.94	85.60	1.07	15.17	81.20	0.50	16.11
	81.10	0.80	16.92	85.75	1.07	15.26	81.17	0.51	16.08
36	81.68	1.26	17.34	85.88	0.54	14.50	82.32	1.03	16.54
	82.13	1.13	17.21	85.79	0.57	14.48	82.26	1.03	16.51
	82.53	1.09	16.37	85.81	0.57	14.49	82.28	1.04	16.50
41	83.11	0.70	16.08	87.68	0.46	15.06	78.56	0.55	14.97
	83.06	0.71	16.08	87.82	0.50	15.11	78.75	0.55	14.99
	82.95	0.70	16.09	87.89	0.50	15.16	78.85	0.56	14.98
47	80.20	1.42	19.12	86.43	0.30	16.98	80.54	0.85	17.42
	79.68	1.52	19.27	86.62	0.26	16.85	80.37	0.85	17.39
	79.66	1.52	19.29	86.58	0.23	16.79	80.31	0.85	17.39
52	83.00	0.91	19.51	88.80	-0.20	16.33	85.31	0.46	17.59
	83.03	0.90	19.65	88.85	-0.23	16.24	85.30	0.47	17.59
	83.04	0.89	19.67	88.86	-0.24	16.23	85.32	0.48	17.58

<b>57</b>	79.59	1.31	19.47	84.05	1.02	15.59	79.33	1.28	19.30
	79.62	1.31	19.48	84.03	1.01	15.58	79.35	1.27	19.33
	79.63	1.30	19.49	83.87	0.97	15.52	79.52	1.28	19.40
<b>61</b>	84.24	0.57	19.19	84.40	2.00	15.85	84.99	-0.32	21.33
	84.07	0.62	18.88	84.37	1.95	15.81	84.32	-0.42	20.72
	84.09	0.61	18.90	84.36	1.96	15.80	84.59	-0.39	20.92
<b>65</b>	80.44	2.59	19.58	88.11	0.13	16.59	85.11	0.08	18.78
	80.30	2.56	19.50	88.04	0.08	16.57	84.93	0.07	18.77
	80.40	2.50	19.39	88.10	0.10	16.62	84.96	0.09	18.77
<b>72</b>	72.04	2.27	22.17	84.00	0.73	16.14	77.47	1.40	16.75
	72.04	2.26	22.17	83.95	0.72	16.13	77.83	1.30	16.62
	72.07	2.27	22.18	83.94	0.73	16.14	77.93	1.31	16.61
<b>74</b>	80.12	2.02	22.79	86.10	0.69	18.38	79.49	1.15	19.33
	80.15	2.01	22.81	86.25	0.72	18.48	79.40	1.13	19.33
	80.32	2.05	22.82	86.27	0.71	18.47	79.55	1.13	19.35
<b>81</b>	81.76	0.98	18.71	85.50	0.68	15.19	82.11	0.85	18.12
	81.76	1.00	18.70	85.82	0.65	15.11	81.98	0.94	18.11
	81.76	0.98	18.70	85.73	0.62	15.09	81.94	0.83	18.10
<b>90</b>	76.67	1.34	20.65	83.31	0.66	19.29	80.43	0.56	18.80
	76.72	1.36	20.65	83.29	0.68	19.38	80.31	0.56	18.78
	76.73	1.36	20.67	83.30	0.66	19.37	80.31	0.58	18.77
<b>95</b>	84.95	0.68	18.01	88.84	-0.06	15.89	85.64	0.45	18.51
	84.96	0.67	18.01	88.96	-0.08	15.84	85.61	0.46	18.48
	84.98	0.68	18.01	88.98	-0.09	15.86	85.60	0.45	18.51
<b>100</b>	83.45	0.54	18.29	88.32	0.18	16.05	86.29	0.31	16.65
	83.48	0.54	18.38	88.55	0.20	16.05	86.29	0.31	16.64
	83.48	0.55	18.38	88.60	0.19	16.07	86.30	0.31	16.65
<b>103</b>	87.21	0.25	16.24	89.61	-0.40	14.26	89.23	-0.48	14.69
	87.22	0.25	16.21	89.67	-0.41	14.31	89.25	-0.48	14.70
	87.22	0.27	16.21	89.68	-0.39	14.31	89.24	-0.47	14.68
<b>112</b>	86.40	0.39	17.48	89.22	0.16	14.92	87.89	-0.26	15.05
	86.31	0.44	17.53	89.20	0.18	14.91	87.89	-0.24	14.99
	86.16	0.51	17.43	89.29	0.17	14.93	87.89	-0.25	14.99
<b>116</b>	85.69	0.64	16.97	89.13	0.15	15.14	87.48	0.02	14.73
	85.64	0.65	16.96	89.33	0.16	15.18	88.02	-0.10	14.25
	85.67	0.64	16.99	89.34	0.17	15.20	88.11	-0.24	14.70
<b>120</b>	84.44	0.81	17.83	86.72	0.60	15.49	86.67	0.37	17.46
	84.41	0.79	17.84	87.18	0.60	15.55	86.42	0.35	17.29
	84.38	0.79	17.80	86.92	0.62	15.58	86.40	0.35	17.28
<b>124</b>	88.89	-0.69	16.83	89.47	-0.46	15.43	88.52	-0.48	14.91
	88.90	-0.70	16.85	89.64	-0.46	15.46	88.41	-0.43	14.81
	88.89	-0.70	16.86	89.66	-0.47	15.46	88.35	-0.42	14.66
<b>132</b>	85.83	0.86	18.76	87.22	0.68	16.29	84.84	0.74	15.77

	85.68	0.92	18.76	87.27	0.70	16.42	85.46	0.74	15.81
	85.62	0.91	18.77	87.27	0.70	16.41	85.75	0.74	15.86
136	83.41	0.89	15.85	87.53	0.15	15.78	83.55	1.26	14.96
	83.41	0.87	15.79	87.15	0.11	15.66	83.64	1.34	15.28
	83.40	0.87	15.78	87.10	0.12	15.64	83.65	1.35	15.29
138	84.35	0.70	19.59	86.57	0.84	17.17	84.96	0.29	18.81
	84.08	0.79	19.29	86.49	0.85	17.16	84.86	0.27	18.73
	84.05	0.80	19.27	84.04	0.79	16.98	84.87	0.27	18.72
141	81.78	1.86	18.76	84.63	1.16	17.47	83.84	1.13	17.53
	81.80	1.86	18.77	85.08	1.18	17.58	83.20	1.11	17.48
	81.84	1.89	18.77	84.97	1.17	17.55	83.24	1.12	17.49
145	84.54	1.20	16.08	82.73	1.27	15.38	86.54	0.34	14.35
	84.29	1.33	15.85	81.52	1.30	15.53	86.56	0.36	14.37
	84.22	1.27	15.62	81.51	1.30	15.52	86.54	0.35	14.36
149	80.04	1.25	19.40	86.33	0.42	16.99	84.61	0.50	16.02
	80.01	1.25	19.33	86.31	0.36	17.04	84.57	0.50	16.00
	80.02	1.24	19.34	86.32	0.35	17.09	84.57	0.50	15.99
153	81.20	1.00	19.19	87.33	0.13	15.33	83.38	0.47	14.65
	81.24	0.99	19.17	87.38	0.15	15.48	83.38	0.50	14.84
	81.26	0.98	19.17	87.38	0.14	15.47	83.39	0.52	14.84
157	85.39	0.48	18.85	88.64	0.28	15.78	85.77	0.17	14.50
	85.55	0.45	18.75	88.46	0.27	15.78	86.15	0.21	14.63
	85.56	0.46	18.72	88.45	0.27	15.77	86.15	0.22	14.64
162	78.19	2.92	21.79	85.79	1.29	19.78	80.93	1.56	19.44
	78.85	2.78	21.63	84.89	1.23	19.52	80.92	1.56	19.37
	79.10	2.67	21.68	84.85	1.21	19.50	80.84	1.52	19.18
Média	81.99	1.12	19.08	86.28	0.51	16.38	83.53	0.54	16.90
Desvio padrão	3.7035 41	0.7103 84	1.9813 84	2.3658 59	0.5208 58	1.5897 67	3.0805 18	0.5284 61	1.9579 62

Tabela A4.4 Colorimetria das áreas específicas – lado do pelo

	Área 1			Área 2			Área 3		
	<i>Lado do pelo</i>			<i>Lado do pelo</i>			<i>Lado do pelo</i>		
Fólio	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	70.23	3.50	26.29	82.42	1.34	23.04	80.06	0.75	19.95
	70.21	3.49	26.36	82.41	1.33	23.04	79.87	0.76	19.89
	70.25	3.50	26.43	82.42	1.33	23.04	79.73	0.76	19.87
5	82.44	0.76	19.65	87.57	0.20	16.91	83.39	0.24	14.77
	82.58	0.61	19.90	87.43	0.18	16.88	83.58	0.26	14.80
	82.49	0.63	19.87	87.42	0.18	16.91	83.71	0.27	14.84
7	84.98	0.70	19.49	88.08	0.30	17.65	82.21	0.10	16.65
	84.82	0.69	19.40	88.05	0.30	17.64	82.24	0.10	16.65
	84.82	0.72	19.37	88.05	0.26	17.52	82.37	0.13	16.71

<b>13</b>	82.22	1.02	21.50	85.96	0.96	18.76	80.02	0.01	16.53
	82.14	1.09	21.35	85.87	1.00	18.58	79.84	-0.03	16.51
	82.02	1.13	21.32	85.85	1.01	18.62	79.69	-0.05	16.42
<b>15</b>	84.36	0.50	19.61	87.67	0.73	17.03	86.45	0.06	18.35
	84.30	0.47	19.59	87.83	0.75	16.90	86.18	0.08	18.04
	84.35	0.45	19.85	87.84	0.76	16.91	86.18	0.06	18.07
<b>24</b>	72.52	2.51	23.20	80.65	1.28	20.53	72.08	2.45	23.99
	72.45	2.49	23.14	80.79	1.32	20.59	72.07	2.48	24.03
	72.44	2.50	23.14	80.78	1.30	20.56	72.05	2.48	24.05
<b>26</b>	80.59	1.30	22.98	86.53	-0.22	15.02	80.86	-0.08	19.09
	80.58	1.30	22.97	86.80	-0.20	15.13	80.83	-0.07	19.10
	80.58	1.31	22.97	87.02	-0.18	15.24	80.72	-0.07	19.06
<b>28</b>	81.94	0.89	22.43	87.64	0.00	15.72	82.68	-0.12	15.88
	82.05	0.82	22.36	87.32	0.15	16.02	82.71	-0.10	15.90
	82.06	0.80	22.35	87.53	0.18	16.14	82.78	-0.10	15.92
<b>33</b>	83.29	1.23	18.21	87.10	0.86	16.33	83.12	0.96	19.38
	83.25	1.23	18.13	86.99	0.76	16.18	83.09	0.96	19.34
	83.21	1.23	18.10	86.95	0.76	16.21	83.09	0.96	19.31
<b>36</b>	81.74	1.26	16.89	86.35	0.28	13.73	78.71	0.63	15.55
	81.70	1.25	16.89	86.45	0.32	13.80	78.60	0.59	15.55
	81.78	1.22	16.79	86.45	0.31	13.83	78.45	0.59	15.51
<b>41</b>	82.03	0.87	15.45	87.71	0.50	15.75	85.20	0.68	16.67
	84.25	0.59	13.95	87.74	0.50	15.79	85.13	0.80	17.07
	84.69	0.50	13.05	87.76	0.49	15.75	85.14	0.80	17.07
<b>47</b>	82.70	0.93	16.22	86.65	0.75	16.61	82.80	0.64	15.34
	82.66	0.91	16.02	86.71	0.75	16.56	83.17	0.52	15.37
	82.63	0.89	15.98	86.34	0.87	16.44	83.17	0.53	15.35
<b>52</b>	83.54	0.25	20.05	88.91	-0.17	15.65	84.75	-0.16	18.01
	84.10	0.24	19.27	88.92	-0.17	15.63	84.77	-0.16	18.01
	83.95	0.26	19.17	88.92	-0.17	15.63	84.65	-0.15	17.96
<b>57</b>	77.32	1.77	22.12	85.50	0.46	16.64	82.12	0.47	18.27
	77.33	1.76	22.12	85.58	0.40	15.91	82.16	0.47	18.24
	77.63	1.68	22.06	85.55	0.40	16.11	82.20	0.47	18.25
<b>61</b>	84.51	0.87	17.26	86.76	1.05	14.39	85.47	0.40	17.35
	84.52	0.80	17.15	86.76	1.03	14.37	85.55	0.39	17.38
	84.57	0.79	17.12	86.66	1.01	14.29	85.56	0.39	17.37
<b>65</b>	80.48	3.27	23.60	88.22	0.22	16.89	85.42	0.04	18.18
	80.47	3.29	23.56	88.20	0.23	16.79	85.47	0.06	18.20
	80.50	3.29	23.56	88.17	0.24	16.88	85.48	0.04	18.20
<b>72</b>	73.32	2.67	24.00	82.71	1.10	20.50	77.37	1.93	22.46
	74.05	2.62	23.65	82.71	1.07	20.50	77.16	1.92	22.38
	74.20	2.63	23.64	82.66	1.07	20.49	77.24	1.90	22.34
<b>74</b>	80.19	1.67	23.03	83.50	0.26	16.79	80.45	0.34	17.02

	80.47	1.68	23.01	83.70	0.26	16.84	80.65	0.35	17.07
	80.39	1.67	23.04	84.02	0.27	16.91	80.89	0.29	16.91
81	80.54	1.44	20.17	86.84	1.05	16.05	79.96	0.68	17.01
	80.63	1.42	20.12	86.88	1.06	16.01	80.20	0.68	17.02
	80.62	1.42	20.10	86.87	1.06	15.99	80.26	0.62	17.06
90	73.56	1.93	21.29	79.10	2.23	26.50	74.32	2.69	25.09
	73.66	1.94	21.29	79.24	2.18	26.56	74.29	2.71	25.07
	73.61	1.94	21.27	79.24	2.19	26.55	74.28	2.70	25.05
95	85.73	0.38	19.32	88.26	0.19	16.48	86.44	0.43	16.05
	85.67	0.45	19.41	88.20	0.18	16.23	86.44	0.42	16.05
	85.68	0.45	19.40	88.28	0.16	16.14	86.47	0.42	16.06
100	83.05	0.45	19.76	89.12	0.39	14.50	86.70	0.21	17.26
	83.04	0.46	19.77	89.15	0.39	14.50	86.62	0.13	17.21
	83.03	0.45	19.75	89.23	0.33	14.47	86.61	0.14	17.23
103	86.88	0.32	15.44	89.05	-0.48	12.81	88.01	-0.31	14.12
	86.86	0.33	15.45	88.88	-0.48	12.77	88.07	-0.30	14.15
	86.90	0.32	15.47	88.77	-0.49	12.77	88.11	-0.30	14.17
112	86.94	-0.30	17.78	89.31	-0.07	15.43	88.11	-0.44	16.63
	86.93	-0.31	17.78	89.31	-0.07	15.43	88.09	-0.47	16.62
	86.90	-0.03	17.73	89.35	-0.07	15.44	88.06	-0.47	16.59
116	85.08	1.10	17.11	89.15	-0.08	16.12	85.15	0.23	14.93
	85.36	1.12	17.21	89.43	-0.07	16.13	84.70	0.22	14.94
	85.36	1.11	17.21	89.45	-0.07	16.15	85.31	0.24	15.05
120	84.22	0.42	20.08	88.13	0.43	16.69	86.49	-0.51	19.84
	84.61	0.24	19.95	88.16	0.33	16.84	86.45	-0.52	19.80
	84.61	0.26	19.94	88.31	0.36	16.61	86.44	-0.53	19.80
124	88.60	-0.67	16.24	89.62	-0.26	16.16	88.63	-0.51	15.63
	88.58	-0.64	16.10	89.58	-0.26	16.22	88.63	-0.50	15.63
	88.51	-0.63	16.06	89.54	-0.27	16.30	88.64	-0.50	15.65
132	84.77	1.14	19.71	87.57	0.40	17.89	86.74	0.58	17.21
	84.76	1.15	19.87	87.53	0.26	17.80	86.73	0.57	17.24
	84.77	1.14	19.83	87.58	0.32	17.79	86.75	0.58	17.24
136	82.67	1.28	18.80	88.04	0.26	16.25	81.66	1.48	16.31
	82.45	1.41	18.88	88.04	0.25	16.25	81.80	1.46	16.31
	82.57	1.37	18.88	87.93	0.25	16.23	81.85	1.46	16.31
138	83.24	0.71	20.30	87.24	0.24	17.94	85.28	-0.07	17.00
	83.31	0.69	20.33	87.15	0.24	18.15	85.18	-0.07	16.97
	84.18	0.52	19.53	87.06	0.24	18.17	85.18	-0.06	16.96
141	82.45	1.32	20.92	86.05	0.99	17.04	84.88	0.31	17.36
	82.57	1.39	21.04	85.98	0.97	17.02	84.84	0.32	17.34
	81.50	1.77	21.76	85.95	0.99	17.01	84.84	0.33	17.34
145	85.60	0.58	17.72	85.43	0.67	15.98	86.27	0.06	16.04
	85.58	0.61	17.71	84.42	0.64	15.87	86.45	0.08	16.04

	85.58	0.62	17.72	84.19	0.64	15.83	86.38	0.08	16.02
<b>149</b>	79.40	1.49	23.07	85.95	0.33	17.80	84.36	0.30	18.75
	79.99	1.45	22.67	85.89	0.31	17.76	84.39	0.32	18.77
	79.99	1.43	22.68	85.87	0.32	17.74	84.40	0.31	18.79
<b>153</b>	83.12	0.60	18.43	85.95	0.42	17.01	85.00	0.43	13.38
	83.12	0.59	18.41	85.88	0.42	16.96	84.90	0.42	13.40
	83.08	0.59	18.34	85.90	0.42	16.99	85.12	0.43	13.50
<b>157</b>	85.41	0.25	19.30	87.72	0.05	16.31	86.68	-0.41	14.06
	85.23	0.13	19.15	87.46	0.04	16.22	86.55	-0.43	13.97
	85.32	0.15	19.17	87.58	0.04	16.26	86.60	-0.43	13.98
<b>162</b>	78.71	2.37	23.66	85.77	0.99	22.00	85.30	0.17	19.09
	78.67	2.37	23.67	85.60	0.93	21.82	85.33	0.17	19.09
	78.69	2.37	23.67	85.52	0.91	21.77	85.27	0.19	19.15
<b>Média</b>	81.99	1.12	19.95	86.60	0.48	17.11	83.42	0.41	17.48
<b>Desvio padrão</b>	4.104	0.898	2.719	2.356	0.535	2.593	3.729	0.732	2.508

#### Tabelas A4.5a e b – Colorimetria das áreas específicas

Tabela A4.5a) Médias e desvios-padrão

	CARNE		PELO	
	Total		Total	
	Média	Desv. pad	Média	Desv. pad
L*	83,93	2,17	84,00	2,36
a*	0,72	0,35	0,67	0,39
b*	17,45	1,43	18,18	1,55

Tabela A4.5b) Diferenças






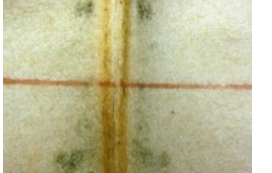

DIFERENÇA	
$\Delta L^*$	-0,07
$\Delta a^*$	0,05
$\Delta b^*$	-0,73
$\Delta E^*$	0,74



## ANEXO 5 – Biodeterioração por micro-organismos

*Metodologia de amostragem biológica.* Foram selecionados sete locais de amostragem para a identificação dos micro-organismos, incluindo uma das guardas em papel. As amostras foram efetuadas utilizando um cotonete esterilizado para a recolha e depois foram colocadas a crescer em meio de cultura “*Potato dextrose agar*” (PDA), apropriado para o crescimento de organismos heterotróficos, e observados por microscópio ótico no período entre uma e três semanas. Esse método possibilita identificar somente os fungos que ainda estão viáveis, e não os que possam ter realizado algum ataque anteriormente e já não estão ativos. Há ainda uma outra limitação neste método: foi utilizado apenas um meio de cultura, o que pode ter favorecido o crescimento de algumas espécies relativamente a outras; a justificação para esta escolha envolve a complexidade e demanda de tempo necessário para o uso de outros métodos, não justificável no âmbito desta tese. A tabela A5.1 apresenta os locais de amostragem e os resultados obtidos.

Tabela A5.1 – Locais de amostragem biológica, código da amostra e resultados do crescimento de microrganismos em meio de cultura PDA.

Locais de amostragem	Código da amostras e cor das manchas	Resultado do crescimento
	f. 1v-a (manchas esverdeadas)	Não ocorreu crescimento
	f. 1v-b (pequena mancha esverdeada)	Não ocorreu crescimento
	f. 130v (manchas azuladas/ pó)	<i>Penicillium sp</i>
	Guarda Dianteira 2 (foxing sobre papel)	<i>Penicillium sp e leveduras</i>
	f. 99r (manchas esverdeadas / cola)	<i>Penicillium sp</i> (não relativo à mancha)
	f. 103v (manchas azuladas/ pó)	<i>Penicillium sp, Chaetomium sp.</i> <i>Cladosporium sp</i>
	f. 160v (manchas esverdeadas / cola)	Crescimento de leveduras

## ANEXO 6 – Tratamento de conservação e restauro

### A6.1 Sequência de intervenções



Figura A6.1 a) desmantelamento do bloco de texto, b e c) remoção de adesivos e de linhas

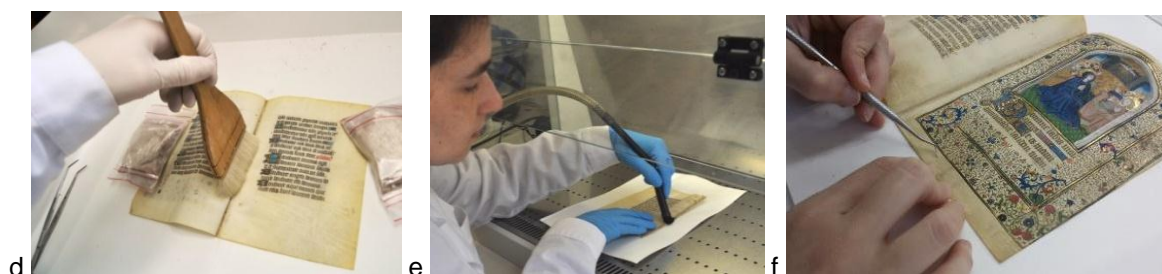


Figura A6.2 d) higienização dos fólhos com trincha de pelos macios, e) aspirador com filtro HEPA (para fungos) e f) remoção de sujidades aderidas com espátula



Figura A6.3 g) consolidação da cobertura da encadernação com gel de hidroxipropilcelulose, h) remoção da guarda espelho com humidade e espátula, i) limpeza dos vestígios de papelão e adesivos



Figura A6.4 j) aplicação de gel de metilhidroxietilcelulose para remoção da outra guarda espelho, k) remoção das etiquetas e l) limpeza de colas nos festos dos fólhos



Figura A6.5 m) remoção de vestígios de papelão, couro e colas do fólio colado à pasta; n) processo de limpeza de cola do festo de um dos fólhos; o) aplicação de tira de pergaminho com adesivo de amido sobre um festo de bifólio externo (reforço)

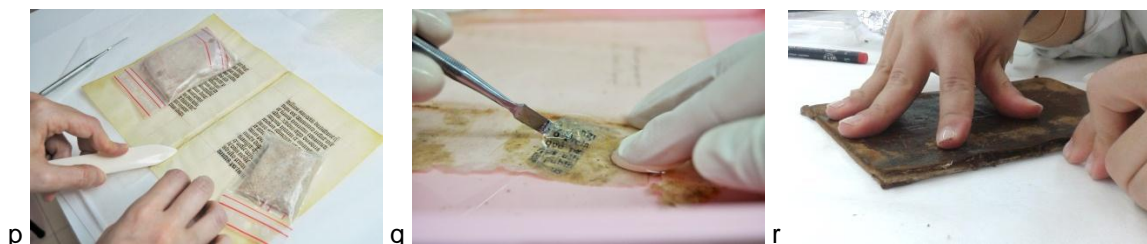


Figura A6.6 p) aplicação de tira de colagénio sintético no interior de um dos festos internos; q) limpeza aquosa e remoção de tiras de papel das guardas; r) abertura da zona entre a pasta e a cobertura para remoção dos nervos originais e preparo para o restauro



Figura A6.7 s) remoção dos nervos das pastas; t) cadernos organizados em blocos durante o processo de tratamento



Figura A6.8 meia-cana encontrada no festo

Durante a limpeza, foi encontrada num dos festos uma pequena meia-cana de apenas 18mm de comprimento com vestígios de pigmentos, caracterizando-se como um possível testemunho material do instrumento empregue na produção das iluminuras.

## A6.2 Materiais utilizados

**Adesivo de amido de trigo purificado**<sup>7</sup>: incolor, apresenta pH neutro, excelente poder de adesão e boa reversibilidade; preparado a 20% em água destilada em banho-maria. A qualidade de

<sup>7</sup> B36 Starch Paste Powder®

Wheat Starch Paste – CCI Notes 11/4 <<https://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/11-4-eng.aspx>>.

preservação deste amido é obtida pela remoção de outros componentes da farinha da qual é feito, como o glúten, promovendo uma excelente estabilidade e impedindo seu amarelecimento.

**Água destilada:** água pura, isenta de sais dissolvidos, é utilizada a temperatura ambiente (ca. 25°C) para o banho de limpeza de papéis, removendo sujidades presas às fibras e produtos de degradação da celulose. A temperaturas mais elevadas (até ca. 40°C), ajuda a relaxar as fibras de celulose e dissolver colas, promovendo uma limpeza mais profunda e eficiente.

**Água destilada e etanol 50:50** (H<sub>2</sub>O e CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH): a adição de etanol à água lhe permite a aplicação sobre o pergaminho de modo a não causar sua degradação por gelatinização; ajuda a amolecer colas animais, facilitando sua remoção do papel, couro e pergaminho.

**Cartão “acid-free”<sup>8</sup>:** cartão duplex de qualidade arquivística, alcalino e livre de ácidos.

**Colagénio sintético<sup>9</sup>:** fabricado originalmente como revestimento de enchidos, é similar ao colagénio natural em suas qualidades de transparência e resistência, apresenta compatibilidade com o pergaminho e é de fácil preparo e aplicação, sendo por isso utilizado em remendos e reforços.

**Gel de hidroxipropilcelulose:** comercializada sob a marca Klucel G®, é um éter de celulose que produz um gel ao se adicionar etanol. Possui propriedades adesivas e de consolidação de peles (preparada a 2% até 5%).

**Gel de metilhidroxietilcelulose:** comercializada sob a marca Tylose® MH300P<sup>10</sup>, é também um éter de celulose que produz um gel ao se adicionar água ou misturas de água e álcool. A preparação utilizada foi de 3% do pó em solução de água e etanol a 80:20.

**Hidróxido de cálcio em solução:** Ca(OH)<sub>2</sub>, utilizada para criar reserva alcalina no papel e no colagénio sintético, também torna a remoção de sujidades do papel mais eficiente. A partir de uma solução saturada, preparam-se soluções menos concentradas ajustando o pH a um máximo de 10.

**Papel japonês:** é um papel de fabrico manual a partir de fibras longas, isento de ácidos e possui qualidades de transparência, flexibilidade e resistência.

**Pergaminho:** pele de bezerro preparada conforme as técnicas tradicionais, é utilizado para complementação de fólios e partes faltantes por sua compatibilidade e semelhança com o suporte original.

**Reemay®<sup>11</sup>:** tecido de poliéster de baixa espesura, maleável e inerte, utilizado como material de apoio em diversas etapas de conservação e restauro, como banhos, proteção contra adesivos e isolamento em geral.

**“Smoke sponge”:** esponja composta por borracha natural vulcanizada ou por polímero sintético, remove poeira e fuligem por atração eletrostática.<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> Archival Grey/White Board. Disponível em <http://www.fibermark.com/products/archival-greywhite-board>.

<sup>9</sup> [http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/pcc/18\\_parchment.pdf](http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/pcc/18_parchment.pdf) (p.34-35)

<sup>10</sup> <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/93800?lang=pt&region=PT>

<sup>11</sup> <http://www.technicalnonwovens.com/product/reemay-spunbound-polyester>

<sup>12</sup> [https://www.preservationequipment.com/Store/Products/Disaster-\\$4-Cleaning/Just\\$9In\\$9Case/Smoke-Sponges-for-Clean-up-in-Fire-Restoration](https://www.preservationequipment.com/Store/Products/Disaster-$4-Cleaning/Just$9In$9Case/Smoke-Sponges-for-Clean-up-in-Fire-Restoration).

### A6.3 Colorimetria das guardas

Tabela A6.1: Medições iniciais

	Área 1			Área 2			Área 3		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
<b>Guarda espelho dianteira</b>	75.99	3.58	18.72	85.00	0.87	12.46	79.36	0.98	12.42
	76.31	3.45	18.49	84.90	0.77	12.14	79.45	0.99	12.44
	76.29	3.45	18.47	84.84	0.77	12.14	79.47	1.00	12.45
Média	76.20	3.49	18.56	84.91	0.80	12.25	79.43	0.99	12.44
Desvio padrão	0.18	0.08	0.14	0.08	0.06	0.18	0.06	0.01	0.02
<b>Guarda vol. diant. 2</b>	76.67	1.69	16.60	88.79	0.18	11.27	89.00	-0.07	9.84
	76.68	1.69	16.59	88.88	0.17	11.30	88.96	-0.05	9.33
	76.69	1.69	16.59	88.87	0.16	11.29	88.96	-0.08	9.34
Média	76.68	1.69	16.59	88.85	0.17	11.29	88.97	-0.07	9.50
Desv. pad.	0.01	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	0.02	0.02	0.29
<b>Guarda espelho traseira</b>	82.17	1.26	13.29	85.57	0.64	11.48	84.07	0.38	11.54
	82.12	1.25	13.30	85.58	0.64	11.47	84.08	0.40	11.61
	82.14	1.25	13.30	85.31	0.63	11.45	83.99	0.41	11.62
Média	82.14	1.25	13.30	85.49	0.64	11.47	84.05	0.40	11.59
Desv. pad.	0.03	0.01	0.01	0.15	0.01	0.02	0.05	0.02	0.04
<b>Guarda vol. tra-seira 2</b>	90.37	-0.05	11.68	90.86	0.05	11.37	88.64	0.20	12.12
	90.41	-0.05	11.71	90.91	0.06	11.38	88.55	0.21	12.09
	90.46	-0.05	11.71	90.96	0.05	11.39	88.50	0.18	12.10
Média	90.41	-0.05	11.70	90.91	0.05	11.38	88.56	0.20	12.10
Desv. pad.	0.05	0.00	0.02	0.05	0.01	0.01	0.07	0.02	0.02

### Bibliografia (ANEXO 2)

- [1] A. Lemos, *Os livros de horas iluminados do Palácio Nacional de Mafra*. Lisboa: Instituto de Estudos Medievais/Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa, 2012.
- [2] E. Ruiz García, “O Portet Semper Orare,” in *Mysterium Admirabile: el tiempo de navidad en los libros de horas de la Fundación Lázaro Galdiano*, Madrid: Fundación Lázaro Galdiano, 2011, pp. 21–35.



## Notas

- 
- <sup>i</sup> Projeto financiado pelo quinto programa-quadro da Comissão Europeia, desenvolvido por vários parceiros europeus e sediado na Escola Superior de Conservação da Academia Real Dinamarquesa de Belas Artes.
- <sup>ii</sup> A *Devotio Moderna* foi um movimento surgido nos Países Baixos, na década de 1380, tendo-se difundido pelo Norte da Europa no decorrer do séc. XV; tinha o objetivo de buscar uma nova forma de espiritualidade fora da Igreja e de suas ordens religiosas, tendo como caráter distintivo a laicidade.[66].
- <sup>iii</sup> Victor Leroquais (1927); Roger Wieck (1977); J. P. Harthan (1977)[1].
- <sup>iv</sup> Segundo a classificação proposta por Victor Leroquais [67].
- <sup>v</sup> Segundo informação oral da Dra. Teresa Amaral, responsável do espólio.
- <sup>vi</sup> Não seguem o esquema apontado por Leroquais (Ob. Cit., 1927, tomo I, p.XXII), isto é, logo a seguir ao Ofício dos Defuntos ou a fechar o conjunto de textos que formam o livro de horas nem, tão pouco, o salientado por R. Wieck (Ob. Cit., 1997, p.109), vindo após as Horas da Virgem.
- <sup>vii</sup> Análises realizadas pela Dra. Rita Araújo.
- <sup>viii</sup> Para a determinação dessas proporções, o próximo passo seria a elaboração de padrões com diferentes proporções de misturas para comparação.
- <sup>ix</sup> Em FORS pelo ponto de inflexão a 568 nm e por  $\mu$ -Raman pelas bandas a 121, 143, 288 e 548  $\text{cm}^{-1}$  [15][68].
- <sup>x</sup> Para se determinar em que proporções se verificam essas misturas, seria necessário proceder à elaboração de padrões para comparação.
- <sup>xi</sup> Em comparação com os espectros de reconstruções históricas realizados por T. Vitorino [23], entre outros autores [22][15], indicada pela absorvância máxima a cerca de 550 nm.
- <sup>xii</sup> Ficha adaptada por Inês Correia para o seu trabalho de doutoramento e por Rita Castro, a partir de documentos fornecidos em curso de formação promovido no âmbito do Projeto IDAP [2].
- <sup>xiii</sup> Devido a limitações de tempo no âmbito desta tese, foi quantificada apenas a última categoria (dano visual), faltando quantificar as demais 21.
- <sup>xiv</sup> Espessura, transparência (para os dois lados), lado carne/pelo, cor, danos ou marcas de manufatura, deformações/danos mecânicos, sinais de conservação ou tratamento da superfície, aparência (brilho), camada de contaminação (dividida em presença, saturação da cor e fixação), poros e vestígios de pelos, veias, depósitos de calcite, camada tipo-vítrea, descoloração (alteração de cor), sinais de biodegradação, danos por água, calor ou secagem, danos por fogo e categorização do dano visual.
- <sup>xv</sup> Um dos géneros citados mais frequentes neste tipo de manchas; no entanto, o fenómeno do *foxing* é muito controverso, havendo autores<sup>xv</sup> que indicam que este pode não ter origem biológica (teoria abiótica) [34].
- <sup>xvi</sup> Indicado pelo pico a 240  $\text{cm}^{-1}$  (modo de vibração da ligação Ag-S)
- <sup>xvii</sup> A galena foi identificada por Miguel *et al.* [54] como resultado da reação do laranja de mínio com ouropigmento ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ) em manuscritos portugueses do séc. XII.
- <sup>xviii</sup> Entre os métodos aplicados atualmente, são referidas a aplicação de gelatina e de hidroxipropilcelulose, conforme informação oral da Professora Conceição Casanova
- <sup>xix</sup> Cartão sem lenhina e ácidos, com reserva alcalina (pH 7,5-9,5), apropriado para confeção de caixas de acondicionamento para preservação de documentos.
- <sup>xx</sup> Metil-2-Hidroxietilcelulose (Tylose® MH 300)
- <sup>xxi</sup> A cidade de Mafra possui clima temperado e com temperatura média anual de 16,4 °C [69]
- <sup>xxii</sup> Superior a 6000 dados.
- <sup>xxiii</sup> Realizada pela Dra. Rita Araújo.
- <sup>xxiv</sup> Idem.